Доклады Академии Наук СССР 1934
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS

МАТЕМАТИКА

Н. С. КОШЛЯКОВ
член-корреспондент Академии Наук

О НЕКОТОРЫХ СУММАТОРНЫХ ФОРМУЛАХ, ИМЕЮЩИХ ПРИЛОЖЕНИЯ В ТЕОРИИ ЧИСЕЛ. I*

1. В настоящем сообщении я имею в виду дать вывод некоторых сумматорных формул, аналогичных классической формуле Плана-Абеля-Коши.

Пусть $\tau(n)$ обозначает число делителей n. Мною было установлено (1), что функция

$$\sigma(z)=2\sum_{n=1}^{\infty}\tau(n)\left\{K_0(4\pi\varepsilon\sqrt{nz})+K_0(4\pi\bar{\varepsilon}\sqrt{nz}\right\} \qquad [1]$$

($\varepsilon=e^{-\frac{i\pi}{4}}$, $\bar{\varepsilon}=e^{-\frac{i\pi}{4}}$, $K_0(x)$ — макдональдова функция) разлагается на рациональные дроби по формуле:

$$\sigma(z)=-C-\frac{1}{2}\log z-\frac{1}{4\pi z}+\frac{z}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\tau(n)}{z^2+n^2}. \qquad [2]$$

Пусть $f(z)$ обозначает функцию голоморфную внутри и на обводе четырехугольника $ABC\beta DEF$, где $n<\beta<n+1$ и где точка $z=0$ выделена полуокружностью $F\alpha A$ весьма малого радиуса δ. По теореме Коши

$$\sum_{1}^{n}\tau(\nu)f(\nu)=\int_{ABC\beta}f(z)\sigma(iz)\,dz-\int_{FED\beta}f(z)\sigma(iz)\,dz+\int_{F\alpha A}f(z)\sigma(iz)\,dz.$$

Но из формулы [2] видно, что на пути $FED\beta$ функцию $\sigma(iz)$ можно заменить выражением $-\sigma(-iz)-[2C+\log z]$ и, следовательно,

$$\int_{FED\beta}f(z)\sigma(iz)\,dz=\int_{\alpha F}(2C+\log z)f(z)\,dz+\int_{\delta}^{\beta}(2C+\log x)f(x)\,dx-\int_{FED\beta}f(z)\sigma(-iz)\,dz.$$

Отсюда вытекает, что

$$\sum_{1}^{n}\tau(\nu)f(\nu)=R_\delta+\int_{\delta}^{\beta}(2C+\log x)f(x)dx-2\int_{0}^{\infty}\frac{f(iy)-f(-iy)}{2i}\sigma(y)\,dy+I(h,\beta),$$

где через $2h$ обозначена высота прямоугольника, а

$$R_\delta=\int_{\alpha F}(2C+\log z)f(z)\,dz+\int_{F\alpha A}\sigma(iz)f(z)\,dz,$$

$$I(h,\beta)=\int_{BC\beta}f(z)\sigma(iz)\,dz+\int_{ED\beta}f(z)\sigma(-iz)\,dz.$$

Допустим теперь, что функция $f(z)$ выбрана так, что

$$\lim_{\delta\to 0}R_\delta=\frac{1}{4}f(0);\qquad \lim_{\substack{\beta\to\infty\\ h\to\infty}}I(h,p)=0; \qquad [3]$$

* Доложено на Всесоюзном математическом съезде в Ленинграде 27 июня 1934 г.

тогда мы получим сумматорную формулу:

$$\sum_1^\infty \tau(n) f(n) = \frac{1}{4} f(0) + \int_0^\infty (2C + \log x) f(x)\, dx - 2 \int_0^\infty \frac{f(iy) - f(-iy)}{2i} \sigma(y)\, dy, \qquad [4]$$

аналогичную формуле Плана-Абеля-Коши.

Если при $\delta \to 0$ выражение R_δ не стремится к конечному пределу, но имеют место равенства

$$\lim_{\delta \to 0} R'_\delta = 0; \qquad \lim_{\substack{\beta \to \infty \\ h \to \infty}} I'(h, \beta) = 0, \qquad [5]$$

где

$$R'_\delta = \int_{\alpha F} (2C + \log z) f(z)\, dz + \int_{F \alpha A} \left[\sigma(iz) + \frac{1}{4\pi i z} \right] f(z)\, dz,$$

$$I'(h, p) = \int_{BC\beta} f(z) \left\{ \sigma(iz) + \frac{1}{4\pi i z} \right\} dz + \int_{ED\beta} f(z) \left\{ \sigma(-iz) - \frac{1}{4\pi i z} \right\} dz,$$

то формула [4] заменяется следующей:

$$\sum_1^\infty \tau(n) f(n) = \int_0^\infty (2C + \log x) f(x)\, dx - 2 \int_0^\infty \frac{f(iy) - f(-iy)}{2i} \left\{ \sigma(y) + \frac{1}{4\pi y} \right\} dy. \qquad [6]$$

2. Дадим два примера на приложения формул [4] и [6].

Пусть $f(z) = e^{-\rho \sqrt{z}}$, где $\rho > 0$. Пользуясь разложением [2], мы убедимся, что условия [3] имеют место; далее

$$\int_0^\infty (2C + \log x) e^{-\rho \sqrt{x}}\, dx = \frac{4}{\rho^2} (1 - \log \rho),$$

и, следовательно,

$$\sum_1^\infty \tau(\nu) e^{-\rho \sqrt{\nu}} = \frac{1}{4} - \frac{4}{\rho^2} (\log \rho - 1) + 2 \int_0^\infty e^{-\rho \sqrt{\frac{y}{2}}} \sin \rho \sqrt{\frac{y}{2}}\, \sigma(y)\, dy. \qquad [7]$$

Вычисление интеграла, стоящего здесь в правой части, приводится на основании формулы [1] к вычислению интеграла

$$L = \int_0^\infty e^{-\frac{\rho}{\sqrt{2}} t} \sin \frac{\rho}{\sqrt{2}} t \left\{ K_0(a\varepsilon t) + K_0(a\bar{\varepsilon} t) \right\} t\, dt, \qquad 0 < \rho < 4\pi,$$

где ради краткости положено $a = 4\pi \sqrt{n}$. Для вычисления последнего интеграла воспользуемся легко доказуемой формулой:

$$\int_0^\infty e^{-bt} K_0(at)\, t\, dt = \frac{\Phi\left(\frac{b}{a}\right)}{a^2}, \qquad R(b) < a$$

где

$$\Phi(\xi) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin \theta\, d\theta}{(1 + \xi \sin \theta)^2}. \qquad [8]$$

Положив $b = \frac{1+i}{\sqrt{2}} \rho$, найдем, что

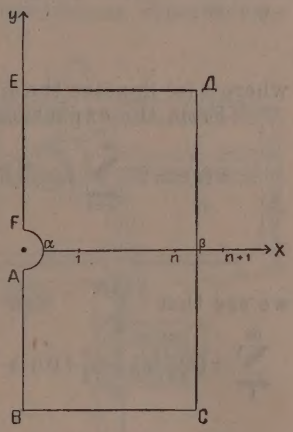
$$L = \frac{1}{a^2} \left\{ \Phi\left(\frac{\rho}{a}\right) - \frac{\Phi\left(i \frac{\rho}{a}\right) + \Phi\left(-i \frac{\rho}{a}\right)}{2} \right\}, \qquad \rho < a \qquad [9]$$

и, следовательно,

$$\sum_1^\infty \tau(n)\, e^{-\rho\sqrt{n}} = \frac{1}{4} - \frac{4}{\rho^2}(\log\rho - 1) + \frac{1}{2\pi^2}\sum_1^\infty \frac{\tau(n)}{n}\left\{\Phi\left(\frac{1}{4\pi\sqrt{n}}\right) - \frac{\Phi\left(\frac{i\rho}{4\pi\sqrt{n}}\right) + \Phi\left(\frac{-i\rho}{4\pi\sqrt{n}}\right)}{2}\right\}, \qquad [10]$$

где функция $\Phi(\xi)$ определяется равенством [8] и, очевидно, может быть выражена через элементарные функции.

Полученная формула принадлежит Харди; она приведена им без доказательства в его известном мемуаре „On Dirichlet's Divisor Problem" (2).



В качестве второго примера возьмем функцию

$$f(z) = 2\left\{K_0(4\pi\varepsilon\sqrt{\rho z}) + K_0(4\pi\bar{\varepsilon}\sqrt{\rho z})\right\}. \qquad \rho > 0$$

Если воспользоваться известными формулами

$$K_0(z) = -\log\frac{z}{2}\cdot I_0(z) + \sum_{m=0}^{\infty}\frac{\left(\frac{1}{2}z\right)^m}{(2m!)^2}\psi(m+1),$$

$$K_0(z) = \theta\sqrt{\frac{\pi}{2z}}e^{-z}, \quad |\theta| < 1,$$

то можно показать, что условия [5] выполняются.

Далее, из равенства

$$\int_0^\infty K_0(a\sqrt{x})\, x^{s-1}\, dx = \frac{2^{2s-1}}{a^{2s}}\Gamma^2(s), \qquad R(s) > 0$$

вытекает, что

$$\int_0^\infty (2C + \log x)\left\{K_0(4\pi\varepsilon\sqrt{\rho x}) + K_0(4\pi\bar{\varepsilon}\sqrt{\rho x})\right\} dx = -\frac{1}{8\pi\rho};$$

с другой стороны

$$\frac{f(iy) - f(-iy)}{2i} = \frac{K_0(4\pi i\sqrt{\rho y}) - K_0(-4\pi i\sqrt{\rho y})}{i} = -\pi J_0(4\pi\sqrt{\rho y});$$

и формула [6] дает следующий интересный результат:

$$\int_0^\infty J_0(4\pi\sqrt{\rho x})\left\{\sigma(x) + \frac{1}{4\pi x}\right\} dx = \frac{1}{2\pi}\left\{\sigma(\rho) + \frac{1}{4\pi\rho}\right\}. \qquad [11]$$

Очевидно, что этот интеграл, доказанный мною недавно другим способом (3), аналогичен классическому интегралу Лежандра:

$$\int_0^\infty \sin 2\pi\rho x\left\{\frac{1}{e^{2\pi x} - 1} - \frac{1}{2\pi x}\right\} dx = \frac{1}{2}\left\{\frac{1}{e^{2\pi\rho} - 1} - \frac{1}{2\pi\rho}\right\}.$$

Физико-математический институт
им. В. А. Стеклова Академии Наук.
Ленинград.

Поступило
29 VI 1934.

ON SOME SUMMATION FORMULAE CONNECTED WITH THE THEORY OF NUMBERS

By N. KOŠLIAKOV (KOSHLIAKOV)

Corresponding Member of the Academy

The author gives in the present paper the proof of summation formulae concerning sums of the following form

$$\sum_1^\infty \tau(n) f(n),$$

where $\tau(n)$ denotes the number of divisors of n.

From the expansion

$$\sigma(z) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \tau(n) \left\{ K_0(4\pi\varepsilon \sqrt{nz}) + K_0(4\pi\bar{\varepsilon} \sqrt{nz}) \right\} = -\gamma - \frac{1}{2} \log z - \frac{1}{4\pi z} + \frac{z}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\tau(n)}{z^2 + n^2},$$

we see that

$$\sum_1^\infty \tau(n) f(n) = \frac{1}{4} f(0) + \int_0^\infty \{2\gamma + \log x\} f(x)\, dx - 2 \int_0^\infty \frac{f(iy) - f(-iy)}{2i} \sigma(y)\, dy.$$

If we take $f(z) = e^{-\rho \sqrt{z}}$, we find that

$$\sum_1^\infty \tau(n) e^{-\rho \sqrt{n}} = \frac{1}{4} - \frac{4}{\rho^2} (\log \rho - 1) + \frac{1}{2\pi^2} \sum_1^\infty \frac{\tau(n)}{n} \left\{ \Phi\left(\frac{\rho}{4\pi \sqrt{n}}\right) - \frac{\Phi\left(\frac{i\rho}{4\pi \sqrt{n}}\right) + \Phi\left(\frac{-i\rho}{4\pi \sqrt{n}}\right)}{2} \right\},$$

where

$$\Phi(\zeta) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin\theta\, d\theta}{(1 + \zeta \sin\theta)^2}.$$

This result has been given by Hardy.

By taking $f(z) = 2\left\{K_0(4\pi\varepsilon \sqrt{\rho z}) + K_0(4\pi\bar{\varepsilon} \sqrt{\rho z})\right\}$, it is found that

$$\int_0^\infty J_0(4\pi \sqrt{\rho x}) \left\{ \sigma(x) + \frac{1}{4\pi x} \right\} dx = \frac{1}{2\pi} \left\{ \sigma(\rho) + \frac{1}{4\pi\rho} \right\}. \qquad \rho > 0$$

V. Stekloff Physico-Mathematical Institute of the Academy of Sciences. Leningrad.

Received 29. VI 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

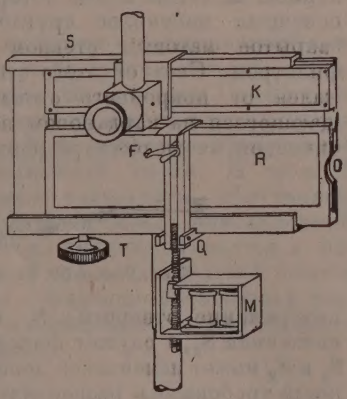
[1] N. Koshliakov. Messenger of Math., 1928. [2] Hardy. Proc. Lond. Math. Soc., 1915. [3] N. Koshliakov. Proc. Lond. Math. Soc., in the press.

ФИЗИКА

Е. М. БРУМБЕРГ и академик С. И. ВАВИЛОВ

О ТОЧНОСТИ ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ГАШЕНИЯ

Фотометрический метод гашения (М. Г.) состоит в том, что измеряемый световой поток ослабляется возможно точнее до порога раздражения глаза, адаптированного на темноту. Степень ослабления служит мерою силы света. Метод предполагает постоянство и остроту порога во время опыта. Главное преимущество метода, — его исключительная чувствительность; достаточно 50—100 фотонов в зеленой части спектра, чтобы вызвать заметное зрительное раздражение. Фотографирование при таких интенсивностях, при наиболее благоприятных условиях, длится часами, фотоэлементы вообще не чувствительны, между тем измерение по М. Г. при некотором навыке может быть выполнено в 10—15 минут с хорошей точностью. При измерениях протекания слабых световых процессов во времени, М. Г. едва ли может быть заменен каким-либо другим.



Фиг. 1. — Abb. 1.

Основным недостатком метода, определяющим в значительной мере его малую распространенность в астрономии, где он неоднократно предлагался даже при отсутствии знания исходных физиологических фактов (1), является необходимость полной адаптации и темноты в окружающем пространстве. Для отсчета установок требуется ассистент или особое приспособление, позволяющее наблюдателю отмечать измерения в темноте, не нарушая состояния адаптации глаза. Кроме того от наблюдателя требуются некоторый навык и тренировка глаза, если нужны точные результаты. Работа по М. Г. связана со значительным напряжением и может производиться только в течение сравнительно небольших промежутков времени (2—3 часа) и с паузами для отдыха.

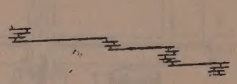
Даже в области астрономии эти трудности повидимому преодолимы. В дальнейшем показано, что в условиях физической лаборатории они вообще не представляют серьезного затруднения*. В настоящей работе приведены результаты измерений, произведенных для выяснения точности метода и оптимальных условий его применения.

§ 1. Все опыты производились с фотометром, имевшим приспособление для регистрации окончательных установок самим наблюдателем в темноте. Измерявшийся свет ослаблялся фотографическими серым клином **K** (фиг. 1), который можно передвигать по рельсам **S** с помощью кремальеры **T** вместе с нижней рамой **R**, в которую через отверстие **O** вводится миллиметровая бумага. Перо **F** (питаемое чернилами или заканчивающееся карандашом) может прижиматься к миллиметровой бумаге; таким образом при передвижении клина на бумаге остается горизонтальная черта. Гребенка **Q**, связанная с зубцом, позволяет при включении электромагнита **M**

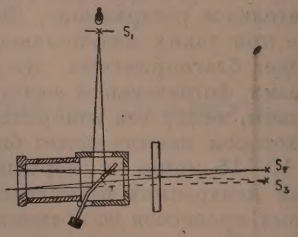
* Довольно удивительно, что метод почти неизвестен в физической практике. Повидимому впервые он применен одним из нас (2).

опускать перо на 2 мм вертикально вниз, так что при повторных измерениях на бумаге зарисовывается картина, подобная изображенной на фиг. 2. Короткие вертикальные части рисунка соответствуют окончательным установкам фотометра.

Длина клина равнялась 15 см, клин давал возможность ослаблять свет в 100 раз. При работе с точечным изображением источника на сетчатке на пути лучей линзы отсутствовали, глаз наблюдателя прижимался к пустой трубке окуляра **H** и рассматривал источник через внутреннюю диафрагму и ограниченную ею часть клина. При надобности в поле зрения помещалась фиксационная точка, получавшаяся следующим образом. К верхней части трубки окуляра прикреплялась вертикальная трубка длиною 25 см, на конце которой помещалась лампочка накаливания. Она освещала маленькое круглое отверстие, закрытое матовым стеклом и красным фильтром. Свет от этого отверстия отражался от покровного стеклышка, помещающегося на кардановом подвесе в кубической части окуляра (фиг. 3). Мнимое



Фиг. 2. — Abb. 2.



Фиг. 3. — Abb. 3.

изображение отверстия S_1 видимое для наблюдающего глаза вблизи источника S_2, и служит фиксационной точкой. Угловое расстояние между S_1 и S_2 может изменяться поворотом покровного стеклышка. В тех случаях, когда требовалось развернуть изображение источника на сетчатке в большую поверхность, между глазом и клином ставилась линза, отбрасывавшая изображение диафрагмы в окуляре на зрачок глаза. Источником света служил фосфо́р из сернистого цинка с радием, излучавший белесовато-зеленый свет с двумя полосами в спектре, в оранжевой и зеленой области. Фосфо́р помещался в виде небольшого кружечка (3 мм диаметром) на расстоянии в 25 см. Измерения начинались после часового пребывания в темноте. Голова наблюдателя опиралась во время опыта на специальную стойку, применяемую в офтальмологической практике.

§ 2. В табл. 1 приведены результаты 12 серий измерений относительной силы света описанного источника, выполненных опытным наблюдателем (Б) с фиксационной точкой в угловом расстоянии 4°. Во 2-м столбце n указано число отдельных отсчетов, в 3-м и 4-м — вычисленные вероятные ошибки f_w и F_w отдельного отсчета и результата:

$$f_w = 0.67\sqrt{\frac{\Sigma f_i^2}{n-1}}, \quad F_w = \frac{f_w}{\sqrt{n}}.$$

В последнем столбце приводятся максимальные положительные и отрицательные отклонения от среднего. Среднее приравнено 100, следовательно ошибки выражены в процентах. Серии, соединенные фигурной скобкой, соответствуют наблюдениям, следующим без перерыва.

В табл. 2 приведены аналогичные данные для наблюдателя (П), ранее никогда не работавшего при порожных условиях. Результаты расположены в хронологическом порядке. Таблица наглядно показывает, как постепенно достигается точность в работе. Точность последних серий приближается к результатам опытного наблюдателя.

Таблица 1 — Tabelle 1

№№	n	f_w	F_w	Максимальные отклонения Maximale Abweichungen	
1	15	7 9	2.0	+ 14	— 21
2	14	16.5	4.4	+ 25	— 59
3	13	12.8	3.5	+ 36	— 24
4	10	14.2	4.5	+ 13	— 32
5	16	13.0	3.3	+ 34	— 34
6	7	4.4	1.7	+ 6	— 14
7	14	7.7	2.1	+ 13	— 20
8	13	8.4	2.4	+ 36	— 11
9	14	8.6	2.2	+ 19	— 19
10	16	2.1	0.7	+ 23	— 34
11	16	13.2	3.3	+ 35	— 28
12	7	5.4	2.1	+ 12	— 10
Средн. Mittel.	13	9.5	2.7	+ 22	— 25

Таблица 2 — Tabelle 2

№№	n	f_w	F_w	Максимальные отклонения Maximale Abweichungen	
1	6	26.6	10.8	+ 120	— 60
2	11	37.7	11.4	+ 151	— 60
3	11	23.0	7.6	+ 53	— 47
4	15	11.4	3.0	+ 28	— 27
5	15	14.8	4.0	+ 41	— 18
6	17	12.0	3.0	+ 41	— 29

Измерения с фиксационной точкой в поле зрения связаны с утомляющим напряжением. Поэтому существенно выяснить, какое влияние на точность оказывает присутствие фиксационной точки. В табл. 3 сравнены результаты, полученные наблюдателем Б. с фиксационной точкой и без нее. Две последние серии в обеих группах относятся к наблюдениям через зеленый фильтр, прозрачный только для зеленой полосы фосфо́ра. Таблица показывает, что измерения с фиксационной точкой значительно точнее, чем без нее. Вместе с тем и в последнем случае точность достаточна для многих фотометрических задач.

Таблица 3 — Tabelle 3

С фиксационной точкой — Mit Fixationspunkt

№№	n	f_w	F_w	Максимальные отклонения Maximale Abweichungen	
1	10	6.6	2.1	+ 12	— 14
2	10	8.7	2.6	+ 27	— 13
3	9	6.0	2.0	+ 16	— 14
4	7	8.8	3.3	+ 22	— 21
5	7	9.7	3.3	+ 18	— 20
Средн. Mittel.	9	8.0	2.7	+ 17	— 16

Без фиксационной точки — Ohne Fixationspunkt

№№	n	f_w	F_w	Максимальные отклонения Maximale Abweichungen	
1	12	8.7	2.6	+ 27	— 13
2	11	16.9	5.1	+ 44	— 46
3	11	9.1	2.8	+ 19	— 31
4	10	14.5	4.7	+ 29	— 42
5	12	19.8	5.7	+ 47	— 38
Средн. Mittel.	11	13.8	4.0	+ 33	— 34

Бо́льшая точность измерений в присутствии фиксационной точки несомненно связана с изменением значения порога на различных расстояниях от fovea centralis. Для нашего источника света это явствует из табл. 4. В первой строке таблицы даны угловые расстояния φ фиксационной точки от источника, во второй — соответственные относительные значения порога S_0 по измерениям наблюдателя Б. В третьей строке приведены относительные значения порога S_g при наблюдении через зеленый фильтр. Таким образом непроизвольные движения глазного яблока при отсутствии фиксационной точки необходимо должны уменьшать точность измерений.

При наблюдении вместо точки большой поверхности или развертывании точки при помощи линзы (ср. § 1) в виде поверхности на сетчатке можно ожидать, что указанное влияние непроизвольных движений глаза уменьшится и при отсутствии фиксационной точки.

В табл. 5 приведены соответственные измерения для двух наблюдателей Б. и С. Для опытного наблюдателя Б. точность существенно поднялась даже в сравнении с результатами, полученными с фиксационной точкой (табл. 1). Другой наблюдатель С., ранее не работавший по М. Г., также достиг хорошей точности. В данном случае измерение производится без фиксационной точки, т. е. без связанного с этим напряжения глаза, поэтому метод гашения поверхности особенно прост и удобен.

Таблица 4—Tabelle 4

φ	1°	4°	5°
S_o	1.00	0.80	0.75
S_g	1.00	0.71	0.58

Таблица 5—Tabelle 5

№№	n	f_w	F_w	Наблюдатель Beobachter	Максимальные наблюдения Maximale Abweichungen
1	10	6.3	2.0	Б.	+12 —19
2	10	6.7	2.1	В.	+21 —12
3	14	4.6	1.3	В.	+12 — 9
4	13	9.0	2.5	С.	+23 —13
5	14	14.1	3.8	С.	+23 —25

Изложенные опыты доказывают полную пригодность М. Г. для точных измерений, причем в случае гашения поверхностей метод особенно прост. В связи с описанными опытами различными наблюдателями производились абсорбционные измерения, результаты которых вполне согласуются с обычными фотометрическими данными. Так например при помощи поляризационного фотометра для двух нейтральных фильтров были измерены пропускаемости 0.20 и 0.04, по М. Г. было получено 0.19 и 0.04. Результаты работ П. А. Черенкова ([3]) и В. В. Антонова-Романовского ([4]), в которых по предложению одного из нас М. Г. был применен к изучению явлений люминесценции, также доказывают надежность метода.

Для иллюстрации исключительной чувствительности метода упомянем следующий опыт. В водном растворе флуоресцеина с концентрацией $10^{-8}\ \frac{г}{см^3}$ флуоресценция возбуждалась концентрированным светом угольной дуги (5 А). При этом адаптированным глазом легко можно было заметить следы флуоресценции даже в том случае, когда она при помощи фильтров была ослаблена в 10^8 раз. Таким образом, при помощи М. Г. принципиально возможно производить измерения концентрации флуоресцеина порядка $10^{-16}\ \frac{г}{см^3}$! Вследствие рассеяния возбуждающего света, отражений и необходимости применять скрещенные фильтры, указанный предел практически повышается примерно до $10^{-13}\ \frac{г}{см^3}$.

Государственный оптический институт.
Ленинград

Поступило
10 VIII 1934.

PHYSIK

DIE GENAUIGKEIT DER PHOTOMETRISCHEN AUSLÖSCHUNGSMETHODE

Von E. BRUMBERG und S. WAWILOW, Mitglied der Akademie

Die photometrische Auslöschungsmethode (A. M.) besteht darin, dass der zu messende Lichtstrom möglichst genau bis an die Reizschwelle des dunkeladaptierten Auges abgeschwächt wird. Der Schwächungsgrad ergibt dann das Mass der Lichtstärke. Die Methode setzt die Beständigkeit des Reizschwellenwerts während des Versuches und seine Schärfe voraus. Der Hauptvorteil der Methode ist ihre ausserordentliche Empfindlichkeit. 50—100 Photonen im grünen Teile des Spektrums reichen schon aus, um einen merklichen Lichtreiz anzuregen. Während für solche Intensitäten das Photographieren in den denkbar günstigsten Bedingungen mehrere Stunden dauert und die Photozellen überhaupt unempfindlich sind, lässt sich die entsprechende Messung nach der A. M. bei einer gewisser Eingeübtheit in 10—15 Minuten mit guter Genauigkeit vollziehen. Wenn es sich also um messende Prüfung des zeitlichen Verlaufs von Lichtvorgängen handelt, ist die A. M. kaum durch eine andere zu ersetzen. Zu den Nachteilen der Methode, die hauptsächlich ihren Misserfolg in der Astronomie bedingten, wo sie mehrmals, auch ohne Kenntnis des diesbezüglichen physiologischen Sachverhalts, vorgeschlagen wurde (1), ist vor allem die Notwendigkeit vollkommener Adaptation und völliger Dunkelheit der Umgebung zu nennen. Zum Ablesen der Einstellungen ist ein Assistent unentbehrlich, oder eine Vorrichtung, die dem Beobachter erlaubte, die Messungen in der Dunkelheit ohne Störung des Adaptationszustandes des Auges zu verzeichnen. Es ist ausserdem eine gewisse Eingeübtheit von Seiten des Beobachters erforderlich, sein Auge muss geschult sein, wenn genaue Ergebnisse angestrebt werden. Die Arbeit nach der A. M. ist mit einer erheblichen Anstrengung verbunden und kann nur während nicht zu grosser Zeitdauer (2—3 Stunden) mit Erholungspausen ausgeführt werden.

Diese Schwierigkeiten scheinen selbst auf dem Gebiete der Astronomie nicht unüberwindlich zu sein und es wird weiter gezeigt, dass sie in den Bedingungen eines physikalischen Laboratoriums überhaupt kein grosses Hindernis darstellen.* In der vorliegenden Arbeit sind die Ergebnisse der Messungen mitgeteilt, die zur Aufklärung der Genauigkeit der Methode und der optimalen Bedingungen ihrer Anwendung angestellt wurden.

§ 1. Alle Messungen wurden mit einem Auslöschungs-Photometer ausgeführt, mit dem die Registration der endgültigen Einstellungen vom Beobachter selbst in der Dunkelheit gemacht werden konnte. Das zu messende Licht lässt sich mit Hilfe eines photographischen Graukeils **K** (Abb. 1, S. 405) abschwächen, der längs der Schlittenführungen **S** mit Hilfe des Triebes **T** verschiebbar ist zusammen mit dem unteren Rahmen **R**, in den durch die Öffnung **O** Millimeterpapier eingeführt werden kann. Ein Schreibstift **F** (mit Tinte gespeist oder Bleistift) lässt sich auf das Millimeterpapier andrücken, so dass bei Verschiebung des Keils auf dem Papier ein horizontaler Strich gezogen wird. Der Kamm **Q**, mit einem Zahn verbunden,

* Sonderbarerweise war aber die Methode in der physikalischen Praxis sogut wie unbekannt. Unseres Wissens wurde sie zum ersten und einzigen Male von einem von uns angewandt (2).

lässt beim Einschalten des Elektromagneten **M** den Stift um 2 mm senkrecht nach unten vorschieben, so dass bei wiederholten Messungen auf dem Papier ein Bild wie auf Abb. 2 (S. 406) entsteht. Die kurzen vertikalen Teile entschprechen den endgültigen Einstellungen des Photometers. Der Graukeil war 15 cm lang und erlaubte das Licht 100 mal abzuschwächen. Zu weiterer Abschwächung wurden Graufilter eingeschoben. Wenn mit einer punktartigen Abbildung der Lichtquelle auf der Netzhaut gearbeitet wurde, so war im Strahlengange keine Linse nötig, das Auge des Beobachters wurde der hohlen Hülse des Okulars **H** angeschmiegt und beobachtete die zu messende Lichtquelle durch die innere Blende und den dadurch begrenzten Teil des Graukeils. Nach Bedarf konnte im Sehfelde auch ein roter Fixationspunkt sichtbar werden, welcher folgendermassen hergestellt wurde. Am oberen Teile der Okularhülse war ein 25 cm langes Rohr vertikal befestigt, an dessen Ende ein kleines Glühlämpchen sich befand. Es beleuchtete eine kleine runde Öffnung, die mit mattiertem Glas und Rotfilter bedeckt wurde. Das Licht von dieser Öffnung spiegelte sich an einem Deckgläschen, das im würfelförmigen Teile des Okulars an einem Cardanischen Gehänge befestigt war (Abb. 3, S. 406). Die virtuelle Abbildung der Öffnung S_1, die für das beobachtende Auge neben der Lichtquelle S_2 sichtbar ist, dient als Fixationspunkt. Durch gelinde Drehung des Deckgläschens kann der Winkelabstand des Fixationspunktes S_1 von S_2 verändert werden. Wenn verlangt war, das Bild der Lichtquelle auf der Netzhaut auf eine grössere Fläche auszudehnen, so wurde zwischen dem Auge und dem Graukeil eine Linse aufgestellt, welche die Abbildung der Blende im Okular auf die Augenpupille entwarf. Als Lichtquelle diente ein Zinksulfid-Phosphor mit Radium, das ein weisslichgrünes Licht mit zwei Banden im grünen und im orangegelben Spektralgebiet aussandte und in der Gestalt eines Scheibchens (3 mm Durchmesser) im Abstand von etwa 25 cm aufgestellt wurde. Mit den Messungen wurde nach einstündigem Aufenthalt im Dunkel begonnen. Der Kopf des Beobachters wurde während der Messung durch eine spezielle in der ophthalmologischen Praxis übliche Vorrichtung gestützt.

§ 2. In Tabelle 1 (S. 407) sind die Resultate von 12 Serien Messungen der relativen Lichtstärke der beschriebenen Lichtquelle zusammengestellt, die von einem geübten Beobachter (B.) mit Fixationspunkt im 4° Abstand ausgeführt wurden. In der zweiten Spalte n ist die Zahl der einzelnen Ablesungen angefuhrt. In der dritten und vierten Spalte sind die berechneten wahrscheinlichsten Fehler f_w und F_w der einzelnen Ablesung bzw. der Resultats zusammengestellt:

$$f_w = 0.67 \sqrt{\frac{\Sigma f_i^2}{n-1}}, \qquad F_w = \frac{f_w}{\sqrt{n}}.$$

In der letzten Spalte sind die maximalen positiven und negativen Abweichungen vom Mittel angegeben. Das Mittel ist 100 gleichgesetzt, so dass die angeführten Fehler in Prozenten ausgedrückt sind.

In Tabelle 2 sind die entsprechenden Ergebnisse für einen Beobachter (P.) angegeben, der niemals früher nach der A. M. gearbeitet hatte. Die Resultate sind chronologisch angeordnet. Man sieht daraus sehr anschaulich, wie die notwendige Einübung erreicht wird. Die Genauigkeit der letzten Serien nähert sich schon der des geübten Beobachters.

Die Messung mit Fixationspunkt im Sehfelde ist mit einer ermüdenden Anstrengung verbunden. Es erschien also wichtig zu prüfen, inwieweit die Anwesenheit eines Fixationspunktes auf die Genauigkeit der

Messung von Einfluss ist. In Tabelle 3 (S. 407) sind die Messungen mit und ohne Fixationspunkt verglichen, die von dem Beobachter B. gemacht wurden. Die Tabelle zeigt, dass die Messungen mit Fixationspunkt etwa zweimal genauer sind als ohne selbigen. Doch ist die Genauigkeit auch ohne Fixationspunkt befriedigend genug und für manche Zwecke ausreichend.

Die Steigerung der Genauigkeit der Messung in Anwesenheit eines Fixationspunktes ist zweifellos mit der Verschiedenheit des Schwellenwerts in verschiedenen Abständen von der fovea centralis verbunden. Man kann das für unsere Lichtquelle aus der Tabelle 4 (S. 408) ersehen. In der ersten Zeile sind die Winkelabstände φ der Fixationspunktes von der Lichtquelle angegeben, in der zweiten die entsprechenden relativen Werte der Schwelle nach den Messungen von B. In der dritten Zeile sind die relativen Schwellenwerte im Falle der Beobachtung durch ein grünes Filter zusammengestellt.

Wenn anstatt eines Punktes eine ausgedehnte Fläche beobachtet wird, oder der leuchtende Punkt mit Hülfe der Linse (vgl. § 1) als eine Fläche auf der Netzhaut abgebildet wird, dann lässt sich erwarten, dass die geschilderte schädliche Wirkung der unwillkürlichen Bewegungen des Auges auch ohne Fixationspunkt wesentlich gemildert wird. In der Tabelle 5 (S. 408) sind die diesbezüglichen Messungen von zwei Beobachtern B. und S. zusammengestellt. Für den geübten Beobachter B. ist die Genauigkeit merklich gestiegen, selbst im Vergleich zu den Messungen mit Fixationspunkt. Der andere beobachter S., der vorher die A. M. nie geübt hatte, erreichte auch eine recht gute Genauigkeit. Da die Messung dabei ohne Fixationspunkt also ohne die damit verbundene Anstrengung und viel schneller sich vollzieht, so ist denn die Flächen-Auslöschungsmethode besonders einfach und bequem.

Die dargelegten Versuche zeigen also, dass die Auslöschungsmethode zu genauen Messungen sich eignet und für leuchtende Flächen sehr einfach ausgestaltet werden kann. Es wurden manche Absorptionsmessungen von verschiedenen Beobachtern ausgeführt, deren Ergebnisse in vollkommener Übereinstimmung mit den Resultaten der gewöhnlichen photometrischen Messungen stehen. So, z. B. wurden nach Messungen mit einem Polarisations-Photometer für zwei Graufilter die Durchlässigkeiten 0.20 bzw. 0.04 erhalten, nach der A. M., ergab sich 0.19 bzw. 0.04. Die Resultate der Arbeiten von P. Čerenkov [3] und W. Antonov-Romanovskij [4], in welchen auf Veranlassung eines von uns die A. M. zur Untersuchung der Lumineszenzvorgänge angewandt wurde, ergeben einen weiteren Beweis der Zuverlässigkeit der Methode.

Zur Veranschaulichung der ausserordentlichen Empfindlichkeit der Methode sei hier zum Schluss noch folgender Versuch erwähnt. In einer Fluoreszein-Wasserlösung von der Konzentration von $10^{-8}\frac{g}{cm^3}$ wurde die Fluoreszenz mit Hilfe des kondensierten Lichts einer 5 Amp.-Kohlen-Bogenlampe angeregt. Es gelang nun mühelos mit dem dunkeladaptierten Auge die Fluoreszenz der Lösung bei 10^8-facher Abschwächung mit Filtern zu beobachten. Es ist also prinzipiell wohl möglich nach der A. M. eine $10^{-16}\frac{g}{cm^3}$-Konzentration von Fluoreszein zu messen. Infolge der Lichtstreuung und der Reflexion und der deswegen unentbehrlichen Anwendung von gekreuzten Lichtfiltern steigt die genannte Grenze praktisch bis auf etwa $10^{-18}\frac{g}{cm^3}$ empor.

Staatliches optisches Institut.
Leningrad.

Eingegangen
d. 10. VIII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] G. Müller. Die Photometrie der Gestirne. 1897. — Handb. d. Astrophysik, Bd. 2, zweite Hälfte, 1931. [2] С. И. Вавилов. Извест. Физич. института, 1, 96, 1920. S. Wawilow. Nachr. des phys. Inst. Moskau, 1, 96, 1920 (russisch). [3] П. А. Черенков. ДАН, т. II, № 8, стр. 451, 1934. P. Čerenkov. C. R. Acad. Sci. URSS, v. II, № 8, p. 455, 1934. [4] В. В. Антонов-Романовский. ДАН, т. III, № 6, стр. 432, 1934. W. Antonov-Romanovskij. C. R. Acad. Sci. URSS, v. III. № 6, p. 433, 1934.

ФИЗИКА

В. К. АРКАДЬЕВ

член-корреспондент Академии Наук

КВАЗИХИМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ГЕРЦЕВЫХ ВОЛН И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Одним из существенных факторов обусловливающих коррозию металлов, являются электрохимические процессы, возникающие в местах электрического контакта разнородных металлов. Контакт между соприкасающимися металлами легко устанавливается в случае полной чистоты поверхностей соприкосновения. В противном случае необходимо трение и давление соприкасающихся тел для разрушения пленки окислов или других посторонних тел, например, слоя краски, которые могут препятствовать металлическому контакту. Если давление недостаточно, то часто возникновению контакта содействует прохождение электрического тока при напряжении достаточном для пробоя пленки. Такое действие электрического разряда известно под названием когерерного действия. Оно было применено в 1890 г. Бранли для обнаруживания электрических колебаний, возбуждаемых в проводниках лучами Герца. Отсюда следует, что коррозии соприкасающихся разнородных металлов иногда может содействовать прохождение через них хотя бы однократного электрического разряда, появление таких разрядов по близости или падение на металлы электромагнитных волн. Это легко показать, если железную и медную пластинки положить на влажную бумагу и пропустить через них электрический искровой разряд. Если соприкосновение было недостаточно, то разряд усилит появление ржавчины.

В несколько иной форме это явление может послужить для детектирования электрических колебаний. Медный и цинковый шарики или короткую бранлиеву трубку с медным и цинковым электродами кладут на бумагу, смоченную раствором какой-либо средней соли и фенолфталеина. Под действием электрических волн между цинком и медью устанавливается контакт, и такая пара начинает действовать как электрический элемент Вольты: при этом под медью выделяется щелочь, заставляющая бумагу краснеть в месте ее соприкосновения с медью. Если на бумаге расположить большое число описанных детекторов, то везде, где упадут волны, на бумаге появится покраснение.

Такое детектирование электрических колебаний имеет много преимуществ: детекторы отзываются только на волны, падающие на самый детектор, в то время как в обычных приемных установках на когерер действуют колебания, которые возникают в приемной цепи когерера; при работе с короткими волнами нередко это бывают посторонние длинные волны, сопровождающие процесс возбуждения коротких.

Этот новый метод не требует гальванометра и проводников, почему отличается большой простотой, а основанные на его применении приборы — легкостью и портативностью. Они, например, могут быть присоединены к шару-зонду для поисков герцевых волн в стратосфере. При-

менимость метода распространяется на длинные метровые волны и на короткие радиоволны. К их высокочастотным электрическим полям восприимчивы описанные здесь „чувствительные электрохимические пластинки“ с теми же детекторами. Это дает возможность исследовать различные запутанные случаи электрических полей в сложных колебательных системах.

Размещение детекторов на плоскости позволяет судить об относительной силе падающего герцева излучения в разных точках этой плоскости. Совокупность появляющихся пятен дает картину распределения освещенности лучами Герца совершенно так же, как почернение зерен в чувствительном слое фотографической пластинки дает понятие о ее световой освещенности. Это позволяет говорить как бы о фотохимическом действии герцевых волн, в котором мелкие детекторы играют роль катализатора. Подобного рода чувствительные химические пластинки в нашей лаборатории находят применение для исследования распространения сантиметровых герцевых волн в ряде случаев: они позволяют „фотографировать“ изображение вибратора Герца или более сложной колебательной системы ими самими излучаемыми волнами, тени тел, картины диффракции и т. п.

Возможно, что возбуждение электрических колебаний может быть применено для ускорения химических процессов в смесях, содержащих металлические стружки или опилки, особенно из разнородных металлов.

Физический институт
Московского государственного университета.
Лаборатория им. Максвелла.

Поступило
22 VII 1934.

QUASICHEMISCHE WIRKUNG DER HERTZSCHEN WELLEN UND IHRE ANWENDUNG

Von W. ARKADJEV

korrespondierendem Mitglied der Akademie

Einen der Hauptfaktoren, die die Korrosion der Metalle bewirken, bilden elektrochemische Prozesse, die an den Stellen des elektrischen Kontaktes verschiedenartiger Metalle entstehen. Der Kontakt zwischen den in Berührung kommenden Metallen ist leicht herstellbar, wenn die betreffenden Flächen vollständig rein sind. Im entgegengesetzten Falle sind zur Zerstörung der Oxydierungsfilme und anderer Fremdkörper, z. B. der Farbenschicht, die den metallischen Kontakt verhindern können, Reibung und Druck der sich berührenden Körper notwendig. Ist der Druck ungenügend, so wird oft das Eintreten des Kontaktes von der Durchlassung eines elektrischen Stromes gefördert, dessen Spannung genügend ist um den Film durchzuschlagen. Eine derartige Wirkung der elektrischen Entladung ist unter der Bezeichnung als kohärente Wirkung bekannt. Sie wurde 1890 von Branly zur Feststellung der in den Leitern durch Hertzsche Wellen verursachten elektrischen Schwingungen angewandt. Daraus folgt, dass die Korrosion der sich berührenden Metalle zuweilen durch das Durchgehen einer wenn auch einmaligen elektrischen Entladung, oder durch die Enstehung solcher Entladungen in der Nähe, oder durch das Auftreffen von elektromagnetischen Wellen auf die Metalle gefördert wird. Dieses kann man leicht beweisen, wenn man eine eiserne und eine kupferne Platte auf feuchtes Papier legt und eine elektrische Funkenent-

ladung hindurch gehen lässt. Wenn die gegenseitige Berührung nicht genügend war, wird die Entladung das Entstehen des Rostes fördern.

In einer etwas anderen Form kann diese Erscheinung zum Nachweis elektrischer Schwingungen angewandt werden. Man legt ein Kupfer- und ein Zinkkügelchen oder eine Branlyröhre mit einer Kupfer- und einer Zinkelektrode auf ein mit der Lösung eines neutralen Salzes oder mit Phenolphtalein getränktes Papier. Unter der Einwirkung elektrischer Wellen wird zwischen Kupfer und Zink ein Kontakt hergestellt und ein solches Paar beginnt als elektrisches Voltelement zu wirken; dabei scheidet unter dem Kupfer Lauge aus, die das Papier an der Berührungsstelle mit Kupfer rot färbt. Legt man auf das Papier eine grosse Anzahl von den beschriebenen Detektoren, so wird sich das Papier überall dort, wo die Wellen auftreffen, rot färben.

Diese Methode des Nachweises elektrischer Schwingungen hat grosse Vorzüge: die Detektoren reagieren nur auf solche Wellen, die auf den Detektor selbst auftreffen, während bei den üblichen Empfangsvorrichtungen auf den Kohärer solche Schwingungen einwirken, die in der Empfangskette des Kohärers entstehen; bei der Arbeit mit kurzen Wellen sind es öfters fremde lange Wellen, die den Prozess der Erregung der kurzen begleiten.

Diese neue Methode verlangt keinen Galvanometer und keine Leiter, zeichnet sich darum durch grosse Einfachheit aus, und die zu ihrer Anwendung nötigen Apparate sind leicht und portativ. Sie können, z. B., an einer Luftballonsonde befestigt werden um nach Hertzschen Strahlen in der Stratosphäre zu suchen. Die Anwendbarkeit der Methode erstreckt sich auf lange Meterwellen und auf kurze Radiowellen. Die hier beschriebenen „empfindlichen elektrochemischen Platten“ mit denselben Detektoren sind inbezug auf die elektrischen Felder mit hoher Frequenz dieser Wellen sehr empfindlich. Das gibt die Möglichkeit, verschiedene verwickelte Falle von elektrischen Feldern in komplizierten Schwingungssystemen zu erforschen.

Die Verteilung der Detektoren auf dem Felde ermöglicht es, über die relative Stärke der auftreffenden Hertzschen Strahlung in verschiedenen Punkten der Fläche ein Urteil zu fallen. Die Gesamtheit der erscheinenden Flecke erzeugt ein Bild der Belichtung mit Hertzschen Strahlen genau in der selben Art, wie das Schwarzwerden der Kerne in der empfindlichen Schicht der photographischen Platte eine Vorstellung von dem Grad ihrer Beleuchtung ergiebt. Dieses erlaubt, von der so zu sagen photochemischen Wirkung der Hertzschen Strahlen zu sprechen, wobei die kleinen Detektoren die Rolle des Katalysators spielen. Derartige empfindliche chemische Platten werden in unserem Laboratorium zur Untersuchung der Verbreitung der Hertzschen Wellen in einer Reihe von Fällen verwendet: sie gestatten es, die Abbildung des Hertzschen Vibrators oder eines anderen komplizierten Schwingungssystems mit den von ihnen selbst ausgestrahlten Wellen zu „photographieren“, gleichwie auch Schatten von Körpern, Diffraktionsbilder und ähnliches.

Es ist möglich, dass die Erregung elektrischer Schwingungen zur Beschleunigung der chemischen Prozesse in Mischungen, die metallische Hobel- oder Sägespäne besonders von verschiedenartigen Metallen enthalten, verwertet werden kann.

Physikalisches Institut
der Moskauer Universität.
Maxwell-Laboratorium.

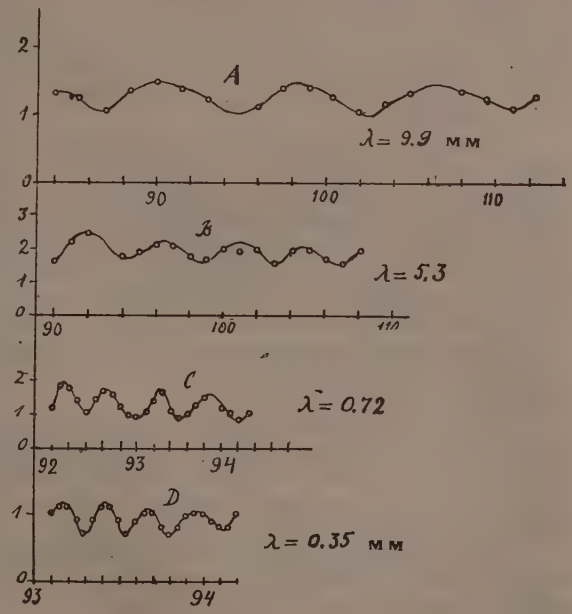
Eingegangen
d. 22. VII. 1934.

А. А. ГЛАГОЛЕВА-АРКАДЬЕВА

ВЫДЕЛЕНИЕ МОНОХРОМАТИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ИЗ БЕЛОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МАССОВОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 22 VII 1934*)

Излучение массового излучателя охватывает собой очень большой интервал в спектре электромагнитных волн, по крайней мере от 50 мм до 0.08 мм. Наиболее интересной областью в этом интервале является промежуток от 2 мм до 0.3 мм, поведение вещества в котором еще не исследовано. Как известно, затруднения при попытках исследования этой области заключались в отсутствии источника излучения, обладающего достаточной энергией и постоянством действия. В настоящее время источники излучения коротких волн имеются: вибратор Никольса и Тира, излучатель М. А. Левитской и массовый излучатель автора этой статьи. По сравнению с первыми двумя источниками излучения массовый излучатель имеет некоторые преимущества: он обладает достаточной энергией излучения, постоянством длины испускаемых им волн, простотой обращения с ним и широким диапазоном излучаемых колебаний. Вследствие указанных качеств этого источника коротких волн, настоящая работа была предпринята с массовым излучателем. Однако, как показывает ряд исследований, массовый излучатель обладает белым излучением, и потому первой задачей встал вопрос о выделении излучения определенной длины волны.



Из многих существующих в оптике методов монохроматизации лучей был избран метод ступенчатой решотки — эшеллетта. Этот метод оправдал себя в работе Миленца с герцевыми волнами с $\lambda = 5.8$ см, позже — в работах Никольса и Тира с короткими волнами. Метод отражательного эшелетта дает возможность усилить энергию одной определенной волны, для которой соблюдается условие:

$$\lambda = 2d \cos i,$$

где λ — длина волны, d — высота ступеней эшелетта и i — угол падения лучей на плоскость ступеней решотки.

Из приведенного выше уравнения следует, что каждому определенному значению i для данного эшелетта соответствует одна определенная длина волны. С изменением величины i меняется длина волны выделяемого излучения. Следовательно, с помощью одного эшелетта, в известном интервале, можно выделять волны различной длины.

Для измерения длины волны, выделяемой ступенчатой решоткой был применен интерферометр с зеркалами Больцмана. Энергия волн измерялась термоэлементом, соединенным с панцырным гальванометром, имеющим чувствительность порядка 10^{-10} А. Чтобы очистить излучение массового излучателя от энергичных длинных волн, на пути пучка параллельных лучей, идущих к эшелетту, была поставлена проволочная сетка больших размеров с квадратными клетками в 1 см^2; кроме того на пути того же пучка лучей ставились дополнительные вторые сетки, с клетками меньшего размера, в соответствии с длиной волны выделяемого излучения.

Эти меры привели к тому, что интерференционные кривые для коротких волн получались очищенными от фона длинных волн, на интерференционные кривые которых, как это имело место у многих исследователей, короткие волны накладывались в виде „ряби". Приведенные на фигуре интерференционные кривые были получены с помощью двух эшелеттов. Эшелетт № 1 имел высоту ступеней в 5.2 мм; с помощью его были получены кривые A и B, выявившие излучение в 9.9 мм и 5.3 мм. С эшелеттом № 2, который имел высоту ступеней в 0.72 мм, были получены интерференционные кривые C и D, свидетельствующие об изолированном излучении с длиной волны в 0.72 мм (кривая C) и в 0.35 мм (кривая D).

Повидимому вполне вероятной можно считать возможность выделения излучения с еще более короткими волнами: здесь этого не было сделано только потому, что для изолирования более коротких волн необходимо было иметь решотку с высотой ступеней меньшей, чем 0.72 мм; волна в 0.35 мм была получена при $i = 76°$.

Таким образом, из сказанного выше следует, что в настоящее время открыт путь для дальнейших исследований в промежуточной области — области ультрагерцевых волн, в частности для изучения поведения вещества в этих волнах.

Физический институт
Московского государственного университета.
Лаборатория им. Максвелла.

Поступило
22 VII 1934.

PHYSIK

AUSSONDERN VON MONOCHROMATISCHEN STRAHLEN AUS DER WEISSEN STRAHLUNG DES MASSENSTRAHLERS

Von A. GLAGOLEVA-ARKADJEVA

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 22. VII. 1934*)

Die Strahlung des Massenstrahlers umfasst einen sehr grossen Zwischenraum im Spektrum der elektromagnetischen Wellen — wenigstens von 50 mm bis 0.08 mm. In diesem Zwischenraum bietet der Abschnitt von 2 — 0.3 mm, in dem das Verhalten der Substanz noch nicht erforscht ist, dass grösste Interesse. Wie bekannt, bestanden die Schwierigkeiten

bei den Forschungsversuchen auf diesem Gebiet im Fehlen einer genügend starken und konstanten Strahlungsquelle. Gegenwärtig besitzen wir Strahlungsquellen für kurze Wellen und zwar: den Vibrator von Nichols und Tear (1), den Strahler von M. Levickaja (2) und den Massenstrahler des Verfassers der vorliegenden Abhandlung. Im Vergleich mit den ersten beiden Strahlungsquellen weist der Massenstrahler einige Vorzüge auf: er verfügt über eine genügende Strahlungsenergie, die von ihm ausgehenden Strahlen besitzen eine konstante Länge, seine Handhabung ist einfach und der Spielraum der von ihm ausgestrahlten Schwingungen sehr weit. Anlässlich der erwähnten Eigenschaften dieser Kurzwellenquelle ist die vorliegende Arbeit mit einem Massenstrahler vorgenommen worden. Aber, wie eine Reihe von Untersuchungen zeigt, besitzt der Massenstrahler eine weisse Strahlung; darum bestand die erste Aufgabe in der Absonderung der Strahlung von einer bestimmten Wellenlänge.

Von vielen in der Optik gebräuchlichen Verfahren der Strahlenmonochromatisierung wurde die Methode des Stufengitters (échellette) gewählt. Diese Methode hat sich in der Arbeit von Milenz mit Hertzschen Wellen mit λ=5.8 cm bewährt; späterhin auch in den Arbeiten von Nichols und Tear (1) mit kurzen Wellen. Die Methode des reflektierenden Stufengitters erlaubt es, die Energie einer bestimmten Welle, für die die Bedingung $\lambda = 2d \cos i$ erfüllt ist, zu verstärken, wobei λ die Wellenlänge, d die Höhe der Gitterstufen und i den Einfallwinkel der Strahlen auf die Fläche der Gitterstufen bedeutet.

Aus der oben aufgestellten Gleichung folgt, dass einem jeden für das gegebene Stufengitter bestimmten Wert von i eine bestimmte Wellenlänge entspricht. Mit der Veränderung der Grösse i ändert sich die Wellenlänge der abzusondernden Strahlung. Folglich kann man mit Hülfe eines Stufengitters in einem bestimmten Intervall Wellen von verschiedener Länge absondern.

Für die Messung der Länge der vom Stufengitter abgesonderten Wellen wurde das Interferometer mit Spiegeln von Boltzmann benutzt. Die Wellenenergie wurde mit einem Thermoelement gemessen, das mit einem Panzergalvanometer mit einem Empfindlichkeitsgrad von 10^{-10} Amp. verbunden war. Um die Strahlung des Massenstrahlers von den energischen langen Wellen zu befreien, wurde auf dem Wege des zum Stufengitter gerichteten Strahlenbündels ein grosses Drahtnetz mit quadratischen Maschen von 1 cm² aufgestellt. Ausserdem wurden auf dem Wege dieses Strahlenbündels ergänzend andere Netze mit kleineren Maschen aufgestellt, entsprechend der Wellenlänge der abzusondernden Strahlung.

Diese Massnahmen führten dazu, dass die Interferenzkurven für kurze Wellen von dem Hintergrund der langen Wellen gereinigt wurden, während bei vielen Forschern die kurzen Wellen auf die Interferenzkurven der langen in Form „gekräuselter" Linien aufgetragen wurden.

Die auf Figur 1 dargestellten Interferenzkurven wurden mit Hülfe zweier Stufengitter gewonnen. Das Stufengitter № 1 hatte Stufen von 5.2 mm Höhe; mit seiner Hülfe sind die Kurven A und B, die die Strahlung von 9.9 mm und 5.3 mm veranschaulichen, bestimmt worden. Mit dem Stufengitter № 2, das Stufen von 0.72 mm Höhe besass, wurden die Interferenzkurven C und D erhalten, die von einer isolierten Strahlung mit einer Wellenlänge von 0.72 mm (Kurve C) und 0.35 mm (Kurve D) zeugen.

Wie es scheint, ist die Absonderung einer Strahlung mit noch kürzeren Wellen durchaus möglich; dieses wurde im vorliegenden Falle nur

darum unterlassen, weil man zur Absonderung von noch kürzeren Wellen ein Stufengitter mit einer Stufenhöhe kleiner als 0.72 mm verwenden müsste. Die Welle von 0.35 mm wurde bei $i=76°$ erhalten.

Aus dem Gesagten folgt, dass gegenwärtig die Bahn für weitere Untersuchungen auf dem Zwischengebiet der ultra-hertz'schen Wellen offen liegt, besonders für die Untersuchungen des Verhaltens der Stoffe in diesen Wellen.

Physikalisches Institut
der Moskauer Universität.
Maxwell-Laboratorium.

Eingegangen
d. 22. VII. 1934.

ФИЗИКА

И. К. КИКОИН

ЭФФЕКТЫ, НАБЛЮДАЮЩИЕСЯ ПРИ ОСВЕЩЕНИИ ЗАКИСИ МЕДИ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

(*Представлено академиком А. Ф. Иоффе 27 VII 1934*)

В предыдущей заметке* я сообщил о новом эффекте, обнаруженном в закиси меди при освещении ее в магнитном поле. Там было указано, что если освещать пластинку из закиси меди, плоскостью своей расположенную параллельно направлению магнитного поля, так чтобы направление света было перпендикулярно к плоскости пластинки (и к направлению магнитного поля), то в направлении перпендикулярном к полю и лучу света на концах пластинки возникает разность потенциалов весьма значительной величины (20 вольт).

Теперь нам удалось обнаружить еще дополнительные явления, происходящие при освещении Cu_2O в магнитном поле.

1) В предыдущем сообщении (loc. cit.) было указано, что если замкнуть оба электрода, между которыми наблюдается разность потенциалов (мы их будем называть первичными электродами) металлически, то по цепи протекает постоянный электрический ток. Естественно возникла мысль определить подвижность электронов, вызывающих этот ток, а вместе с тем и сам эффект. Для этого, как известно, необходимо изменить коэффициент Холла для этого тока R, и тогда произведение $R\sigma$ (σ — проводимость образца) и даст непосредственно подвижность электронов.

Для измерения эффекта Холла необходимо наличие магнитного поля перпендикулярного к плоскости пластинки и электроды, расположенные поперек тока. Для возникновения же основного эффекта, как было указано, пластинка устанавливалась параллельно силовым линиям полям.

Поэтому пластинка была расположена под углом к направлению магнитного поля так, как это показано на фиг. 1*b*.

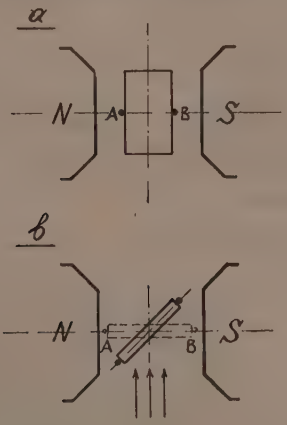
На фиг. 1*a* показана пластинка, помещенная в магнитном поле, с двумя поперечными электродами (первичные электроды на фигуре не изображены), при этом свет падает в направлении перпендикулярном к плоскости чертежа. На фиг. 1*b* показана та же схема, повернутая на 90° около

* ДАН, 1934, т. II, № 2, стр 71.

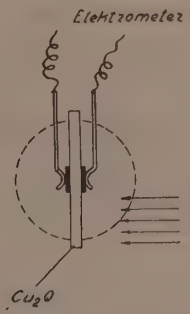
горизонтальной оси, стрелками указано направление света. Пунктиром изображено положение пластинки при первоначальном наблюдении эффекта. Сплошными линиями — положение пластинки под углом к полю, для целей указанных выше.

При таком расположении пластинки мы имеем обе составляющих поля, и параллельную направлению пластинки, и перпендикулярную к ней для измерения эффекта Холла.

Действительно, при таком расположении опыта при замыкании первичных электродов (не изображенных на фигуре), при включении магнитного поля между вторичными электродами, появлялась разность потен-



Фиг. 1. — Abb. 1.



Фиг. 2. — Abb. 2.

циалов так, как это при постановке опыта и предполагалось. Однако неожиданно обнаружилось весьма удивительное обстоятельство — это „поперечная" разность потенциалов оставалась неизменной при размыкании цепи, соединяющей оба первичных электрода (в полном соответствии с фиг. 1), и когда следовательно никакого постоянного тока по пластинке не было.

Это явление, пока еще не объясненное, было однако обнаружено на всех подвергнутых исследованию образцах, причем наблюденная зависимость возникающей разности потенциалов от напряжения поля и угла между плоскостью пластинки и направлением поля оказалась такой, какой и следовало ожидать в случае замкнутой цепи, т. е. если бы это действительно был эффект Холла от первичного тока.

Именно оказалось, что эта разность потенциалов пропорциональна квадрату напряжения магнитного поля, как это и следовало ожидать (первичная и вторичная разность потенциалов пропорциональны силе поля), и имела максимум при угле между пластинкой и полем 45°, как это и следует из простых соображений.

Однако сущность самого явления пока нам еще не ясна.

2) Другое явление, которое нам удалось наблюдать, заключается в том, что если освещать пластинку, плоскость которой параллельна направлению поля в направлении перпендикулярном плоскости пластинки, то между электродами, расположенными как указано на фиг. 2, появляется разность потенциалов, линейно зависящая от напряжения поля. Это явле-

ние повидимому непосредственно связано с отклонением электронов, диффундирующих из освещенной части в неосвещенную под электрод, под действием магнитного поля.

Это последнее явление сейчас изучается более подробно.

Повидимому изучение влияния магнитного поля на все фотоэлектрические эффекты в полупроводниках позволят разъяснить многое о природе полупроводников.

Уральский физико-технический
Институт.
Ленинград.

Поступило
27 VII 1934.

PHYSIK

ÜBER EFFEKTE, WELCHE BEI BELICHTUNG DES KUPFEROXYDULS IN EINEM MAGNETFELD BEOBACHTET WERDEN

Von I. KIKOIN

(*Vorgelegt von A. Joffe, Mitglied der Akademie, d. 27. VII. 1934*)

In einer vorhergehenden Notiz* habe ich über einen neuen Effekt berichtet, welcher im Kupferoxydul bei Belichtung im Magnetfelde nachgewiesen wurde. Es wurde dort gezeigt, dass, wenn man eine Platte aus Kupferoxydul belichtet, deren Fläche parallel zur Richtung des Magnetfeldes eingestellt ist, und zwar so, dass die Richtung des Lichtes senkrecht zur Plattenfläche (und zur Richtung des Magnetfeldes) ist, in der zum Felde und zum Lichtstrahl senkrechten Richtung an den Enden der Platte eine Potentialdifferenz von beträchtlicher Grösse (20 Volt) entsteht.

Es gelang uns nun noch ergänzende Erscheinungen nachzuweisen, welche bei der Beleuchtung von Cu_2O im Magnetfelde auftreten.

1) In der vorhergehenden Mitteilung wurde gezeigt (loc. cit.) dass, wenn man die beiden Elektroden, zwischen denen die Potentialdifferenz beobachtet wird (wir nennen sie primäre Elektroden), metallisch kurzschliesst, in der Stromkette ein Gleichstrom fliessen wird. Es entstand natürlicherweise der Gedanke die Beweglichkeit der Elektronen zu bestimmen, die diesen Strom und somit auch den Effekt selbst hervorrufen. Dazu ist es bekanntlich notwendig den Hallkoeffizienten R für diesen Strom zu messen; dann wird das Produkt $R\sigma$ (σ ist die Leitungsfähigkeit der Probe) auch unmittelbar die Beweglichkeit der Elektronen ergeben.

Zur Messung des Halleffektes müssen unbedingt ein Magnetfeld, welches zur Fläche der Platte s e n k r e c h t ist, und quer zum Strom gelagerte Elektroden vorhanden sein. Um den unseren Ausgangspunkt bildenden Effekt hervorzurufen, wurde die Platte, wie erwähnt, p a r a l l e l zu den magnetischen Kraftlinien eingestellt.

Deshalb wurde die Platte unter einem Winkel zur Richtung des Magnetfeldes, wie dieses in der Fig. 1*b* gezeigt ist, aufgestellt.

Abb. 1*a* veranschaulicht eine in das Magnetfeld eingesetzte Platte mit zwei quergelagerten Elektroden (die primären Elektroden sind in der Fig. nicht angegeben), wobei das Licht senkrecht zur Ebene des Bildes auffällt. Abb. 1*b* zeigt dasselbe Schema nach einer Drehung von 90° um die

* C. R. Acad. Sci. URSS, 1934, Bd. II, № 2, S. 71.

Horizontalachse und die Richtung des Lichtes durch Pfeile angegeben. Die punktierte Linie veranschaulicht die Lage der Platte bei der ursprünglichen Beobachtung des Effektes, die ausgezogenen Linien — die Lage der Platte unter einem Winkel zum Felde, für die oben erwähnten Zwecke.

Bei einer derartigen Lage der Platte besitzen wir für die Messung des Halleffektes beide Komponenten des Feldes: sowohl die zur Richtung der Platte parallele, als auch die zu ihr senkrechte.

In der Tat tritt bei einer derartigen Versuchsanordnung beim Schliessen der primären Elektroden (welche in der Abb. nicht angegeben sind) und bei der Einschaltung des Magnetfeldes zwischen die sekundären Elektroden eine Potentialdifferenz auf, wie das auch bei der Anordnung des Versuches zu erwartet war. Unerwartet wurde jedoch eine sehr merkwürdige Tatsache nachgewiesen und zwar: die Querpotentialdifferenz blieb unverändert bei der Ausschaltung der Verbindung zwischen den beiden primären Elektroden (in vollkommener Übereinstimmung mit der Fig. 1) und folglich auch dann, wenn es keinen Gleichstrom in der Platte gab.

Diese bisher nicht erklärte Erscheinung war aber auf allen der Untersuchung unterworfenen Proben festzustellen wobei die beobachtete Abhängigkeit der entstehenden Potentialdifferenz von der Spannungsstärke im Felde und dem von der Fläche der Platte und der Richtung des Feldes eingeschlossenen Winkel eine solche war, wie sie auch im Falle der geschlossenen Stromkreises zu erwarten wäre, d. h. als ob dieses tatsächlich der Halleffekt der primären Stromes wäre.

Es ergab sich nämlich, dass diese Potentialdifferenz dem Quadrate der Spannungsstärke des Magnetfeldes proportional war, wie dieses auch zu erwarten war (die primäre und die sekundäre Potentialdifferenz sind der Spannungsstärke des Feldes proportional) und ein Maximum bei einem Winkel von 45° zwischen der Platte und dem Felde, wie das auch aus einfachen Überlegungen folgt, erreichte.

Die Natur dieser Erscheinung ist uns jedoch noch nicht klar.

2) Eine andere Erscheinung, die uns zu beobachten gelang, besteht in Folgendem: wenn man eine Platte, deren Fläche parallel zur Richtung des Feldes ist, in einer zur Plattenfläche senkrechten Richtung beleuchtet, so tritt zwischen den Elektroden, welche in der Abb. 2. gezeigten Weise gelagert sind, eine Potentialdifferenz auf, welche von der Spannung-stärke des Feldes abhängt. Diese Erscheinung hängt anscheinend mit der Ablenkung der Elektronen zusammen, welche unter der Wirkung des Magnetfeldes von dem belichteten Teil in den nichtbelichteten unter der Elektrode diffundieren.

Diese letzte Erscheinung wird jetzt eingehend untersucht.

Anscheinend wird die Untersuchung des Einflusses des Magnetfeldes auf alle photoelektrischen Effekte an Halbleitern gestatten vieles über die Natur der Halbleiter zu erklären.

Physikalisch-technisches
Institut des Urals.
Leningrad.

Eingegangen
d. 27. VII. 1934.

ФИЗИКА

И. КУРЧАТОВ, Л. МЫСОВСКИЙ, Б. КУРЧАТОВ, Г. ЩЕПКИН и А. ВИБЕ

ЭФФЕКТ ФЕРМИ В АЛЮМИНИИ. II

(*Представлено академиком А. Ф. Иоффе 20 VII 1934*)

Ранее было установлено ([1]), что облученный нейтронами алюминий дает, кроме первой радиоактивной группы с малым периодом, вторую, с очень большим периодом. Мы определили период этой второй группы по γ-излучению, пользуясь тем расположением опыта, который был ранее описан. Период полураспада оказался равным 12—13 часам. Начальные интенсивности γ-излучения каждой из групп в облученном до равновесия алюминии одинаковы (и та и другая группа давали в счетчике по 130 отбросов в минуту). γ-излучение второй группы является довольно жестким, как это видно из таблицы.

Число свинцовых фильтров по 1.8 мм между источником и счетчиком	0	1	2	3
Число отбросов в счетчике	120	98	90	90

Для выяснения природы радиоактивного элемента с большим периодом полураспада были поставлены следующие опыты. Облучавшийся в течении 48 часов алюминий (2—3 грамма) после растворения в соляной кислоте осаждался в виде гидрата окиси алюминия аммиаком, отфильтровывался и промывался. Фильтрат вместе с промывными водами выпаривался досуха. Остаток прокаливался до красного каления до полного удаления хлористого аммония. Для того чтобы избежать потерь предполагавшегося радионатрия при осаждении алюминия и при выгонке хлористого аммония, к раствору, до осаждения алюминия, прибавлялось небольшое количество (0.2 г) хлористого натрия. Остаток, после прокаливания состоявший из хлористого натрия и небольшого количества окиси алюминия, содержал всю активность исходного алюминия. По ходу проведенной химической реакции, искомый продукт мог оказаться или натрием или магнием. Для исключения последней возможности, к остатку после растворения его в воде, прибавлялось небольшое количество хлористого магния, затем магний осаждался в виде гидроокиси магния и отфильтровывался. Испытание фильтра на активность дало отрицательный результат.

В фильтрате, после нейтрализации, осаждался натрий раствором пиросурьмянокислого калия. Полученный осадок содержал 85% активности исходного алюминия. Радиоактивный элемент с большим периодом, получающийся при облучении алюминия нейтронами, является, следовательно, радионатрием.

Таким образом, при захвате нейтрона ядром алюминия реакция расщепления разветвляется так же, как и в случае фосфора.

$$Al^{27} + n^1 = RaMg^{27} + H^1$$
$$Al^{27} + n^1 = RaNa^{24} + He^4$$

В то время как в первом случае распад радиомагния идет с вылетом β-частицы, в случае радионатрия — распад, повидимому, носит более слож-

ный характер. На это указывает то обстоятельство, что число γ-квантов, излучаемых радионатрием (правда, по очень грубым подсчетам), в несколько раз больше числа распадов, определенных по числу отбросов в электронном счетчике. Можно думать, что для распада радионатрия окажутся справедливыми схемы:

$$\mathrm{RaNa^{24}} = \mathrm{Mg^{24}} + \bar{e} + h\nu_1$$
$$\mathrm{RaNa^{24}} = \mathrm{Na^{23}} + n^1 + h\nu_2$$

что соответствовало бы случаю нейтронной радиоактивности, установленному для радиоалюминия Кюри, Жолио и Прейсверком (2).

Физико-технический институт
и Государственный радиевый институт.
Ленинград.

Поступило
14 VII 1934.

PHYSICS

FERMI EFFECT IN ALUMINIUM. II

By I. KURČATOV, L. MYSOVSKIJ, B. KURČATOV, G. ŠČEPKIN, and A. WIEBE

(*Communicated by A. Joffe, Member of the Academy, 20. VII. 1934*)

It has been shown in an earlier paper (1) that aluminium bombarded by neutrons gives, beside the first radioactive group with a small period, a second group with a very long period. The period of this second group was determined by the γ-radiation, using the experimental arrangements described before. The period of half-decomposition was found to be equal to 12—13 hours. The initial intensities of the γ-radiation of each group in the aluminium bombarded till equilibrium are equal (both groups gave in the counter 130 throws per minute). The γ-radiation of the second group is pretty hard, as can be seen from the table.

Number of lead filters 1.8 mm thick between source and counter	0	1	2	3
Number of counter throws	120	98	90	90

In order to investigate the nature of the radioactive element with the long half-decomposition period, the following tests were made. After a 48-hours bombardement the aluminium (2—3 g) was dissolved in hydrochloric acid, precipitated by ammonia in the form of hydroxide of aluminium, filtered and washed. The filtrate together with the water was vaporized. The deposite was heated to red incandenscence until traces of ammonium chloride were removed. To avoid all losses of the anticipated radio-sodium in the precipitation of aluminium and the vaporization of ammonium chloride, a small amount (0.2 g) of sodium chloride was added to the solution before the precipitation of the aluminium. The rest, which after the heating consisted of sodium chloride and a small amount of aluminium oxide, contained the entire activity of the original aluminium. According to the course of the chemical reaction the sought product might turn out to be either sodium or magnesium. To eliminate the latter possibility, a small amount of magnesium chloride was added to the deposit after it had been dissolved in water, than the magnesium was precipitated in the form of hydroxide of magnesium and filtered. An activity test of the filter gave a negative result.

After neutralization the sodium in the filtrate was precipitated by a solution of pyroantimonic potassium. The deposit thus obtained contained 85% of the activity of the original aluminium. The radioactive element with the large period, obtained by bombarding aluminium with neutrons, is, therefore, radio-sodium.

Hence when a neutron is captured by an aluminium nucleus the reaction proceeds in the sane way as in the case of phosphorus

$$Al^{27} + n^1 = RaMg^{27} + H^1$$
$$Al^{27} + n^1 = RaNa^{24} + He^4$$

While in the first case the decomposition of radio-magnesium takes place with the emission of a β-particle, the decomposition in the case of radio-sodium is apparently of a more complicated nature. This is indicated by the fact that the number of γ-quanta radiated by radio-sodium (true, very roughly) is several times greater than the number of decompositions determined by the number of throws in the electron counter. It looks as if the decomposition might follow the schemes

$$RaNa^{24} = Mg^{24} + \bar{e} + h\nu_1$$
$$RaNa^{24} = Na^{23} + n^1 + h\nu_2$$

which would correspond to the case of neutron radioactivity established for radio-aluminium by Curie, Joliot, and Preiswerk [2].

Physico-Technical Institut.
Leningrad.

Received
14. VII. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] Б. Курчатов, И. Курчатов, Г. Щепкин и А. Вибе. ДАН, 1934, т. III, № 4, стр. 226. B. Kurčatov, I. Kurčatov, G. Ščepkin, and A. Wiebe. C. R. Acad. Sci. USSR 1934, v. III, № 4, p. 228. [2] Curie, Joliot, Preiswerk. C. R., 2089, 1934.

ФИЗИКА

А. ВОРОБЬЕВ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРОБОЙ РЕНТГЕНИЗОВАННОЙ КАМЕННОЙ СОЛИ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 19 VII 1934*)*

В связи с работами Хиппеля [1] мною были проделаны опыты с электрическим пробоем сильно рентгенизованной каменной соли, при одновременном освещении ее. Было установлено, что в то время как электрическая прочность рентгенизованной NaCl в темноте не отличается от прочности неокрашенной соли, при освещении прочность рентгенизованной соли понижается почти на 30%. Этот факт, наблюдающийся совершенно устойчиво на большом числе опытов, как мне кажется, служит подтверждением того взгляда, что электроны играют существенную роль при электрическом пробое.

* Печатание сообщения было задержано по желанию автора.

Опыты проводились на пластинках, погруженных в гексан, для ослабления краевых явлений и устранения перекрытий. Электродами были плоскость против части сферы.

Напряжение бралось постоянное и переменное. Кристалл включался под определенное напряжение ниже пробивного, под которым он мог бы находиться длительно без пробоя, но достаточно было осветить его пойнтолитом без повышения напряжения, как мгновенно наступал пробой.

Опыты были проведены весной 1932 г. по предложению проф. Тартаковского.

Сибирский физико-технический институт.
Томск.

Поступило
10 I 1934.

PHYSIK

ÜBER DIE ELEKTRISCHE DURCHSCHLAGSFESTIGKEIT DES RÖNTGENISIERTEN STEINSALZES

Von A. VOROBJEV

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 19. VII. 1934*)

Im Anschluss an die Arbeiten v. Hippel's [1] habe ich die Durchschlagsfestigkeit von stark röntgenisierten Steinsalzkristallen unter gleichzeitiger Beleuchtung untersucht. Dabei wurde gefunden, dass während die Durchschlagsfestigkeit im Dunkeln fast dieselbe war, wie bei natürlichem ungefärbtem Steinzalz, der Durchschlagsgradient bei Beleuchtung um etwa 30—40% herabsank. Diese Tatsache, die in sehr zahlreichen Einzelversuchen beobachtet werden konnte, scheint mir eine Unterstützung für die Ansicht, dass die Elektronen eine wichtige Rolle beim Durchschlag spielen, zu liefern. Wir haben hier wahrscheinlich mit einem Ionisationsdurchschlag zu tun. Die Steinsalzplatte wurde bei diesen Versuchen in Hexan getaucht, um den Randeffekt möglichst zu vermeiden. Verwandt wurde sowohl Wechsee- als auch Gleichspannung; wenn Kristalle, die eine bestimmte Spannung dauernd aushielten (ohne Durchschlag), auch nur einer flüchtigen Belichtung ohne jegliche Steigerung der Spannung ausgesetzt wurden, trat momentane Durchschlagswirkung ein

Diese Experimente wurden im Frühjahr 1932 auf Anregung von Prof. P. Tartakovskij durchgeführt.

Sibirisches physikalisch-technisches Institut.
Laboratorium für Elektronenforschung.
Tomsk.

Eingegangen
d. 10 I. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—LITERATUR

[1] Hippel. ZS. f. Phys., 67, 707, 1931; 68, 309, 1931; 75, 145, 1932.

ФИЗИКА

А. В. МИТКЕВИЧ

АНОМАЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ МАГНИТНОЙ ВЯЗКОСТИ

(*Представлено академиком В. Ф. Миткевичем 1 VI 1934*)

1. В своих предыдущих работах [1, 2, 3] я установила, что магнитная вязкость весьма сильно зависит от магнитной истории исследуемого образца. Разработанный мною косвенный метод наблюдения магнитной вязкости [1, 2] сделал возможным обследование ее при магнитных силах, доходивших в моих опытах до 100 эрстедов. В настоящей статье приводятся некоторые наиболее характерные данные, полученные с помощью этого метода при изучении своеобразных аномальных проявлений магнитной вязкости на определенных участках гистерезисного цикла и вполне подтверждающие сделанные мною раньше общие указания [2].

2. Ввиду того, что во время наблюдения магнитной вязкости с помощью весьма чувствительного гальванометра основным затруднением является необходимость поддерживать строгое постоянство магнитной силы, то это наблюдение может быть выполнено наиболее безукоризненно в случае $H=0$, т. е. после выключения намагничивающего тока, обусловливавшего некоторую магнитную силу H. Разработанный мною косвенный метод наблюдения магнитной вязкости основан на следующем предположении, находящемся отчасти в связи с некоторыми результатами опытов Юинга [4, 5]. Как известно, Юинг изучал влияние продолжительности времени выдержки определенной магнитной силы на обусловленное эффектом магнитной вязкости возрастание магнитной индукции при последующем переходе к некоторому большему значению магнитной силы. Юинг обнаружил, что в случае более длинной предшествовавшей выдержки времени, возрастание магнитной индукции, обусловленное магнитной вязкостью, было значительно менее интенсивным, чем в том случае, когда предварительная выдержка времени при меньшем значении магнитной силы была менее длительной, т. е. Юинг установил, что выдержка времени при некоторой магнитной силе влияет на проявления магнитной вязкости при последующем переходе к другому значению магнитной силы. При этом более или менее мгновенные изменения магнитной индукции были одинаковыми, независимо от предшествующих выдержек времени. Можно ожидать, что медленное спадание остаточной магнитной индукции будет как-то зависеть от предшествующей выдержки времени при некоторой магнитной силе, если при этой магнитной силе эффект магнитной вязкости имеет место. Действительно, если при некоторой магнитной силе магнитная индукция изменяется благодаря магнитной вязкости в течение времени выдержки этой магнитной силы, то, ввиду вышеупомянутых опытов Юинга, это изменение магнитной индукции должно как-то отражаться на характере проявлений магнитной вязкости при последующем переходе к $H=0$. Следовательно, с помощью этого метода эффект магнитной вязкости, соответствующий какой-либо внешней магнитной силе, может быть обследован не непосредственно путем изучения его при данной магнитной силе, а по отражению этого эффекта на изменении остаточной магнитной индукции во времени при последующем переходе к магнитной силе равной нулю. Результаты наблюдений полностью оправдали мои предположения. Следует отметить, что зависимость спадания остаточной магнитной индукции

(при $H=0$) от времени выдержки предшествовавшей магнитной силы значительно резче выражена в образцах со сравнительно большей коэрцитивной силой и в слабых полях.

3. Исследованию был подвергнут один из описанных в предыдущих работах торов ([1,2]), выполненный из тонкой, изолированной шеллаком железной проволоки в 0.1 мм диаметром. Расчет показывает, что влияние токов Фуко, в этом случае, по истечении тысячной доли секунды практически совершенно исчезает. На исследуемый тор были навиты две обмотки, измерительная и намагничивающая. Обследование магнитной вязкости при $+H_m$ производилось следующим образом. Устанавливался повторными переключениями гистерезисный цикл, между точками $-H_m$ (точка *1*) и $+H_m$ (точка *2*). Затем, после определенной выдержки времени в точке *2* (T_2) выключался намагничивающий ток, и через 0.5 секунды после размыкания цепи намагничивающей обмотки автоматически, при помощи системы маятников, измерительная обмотка присоединилась к гальванометру (типа флюксметра). При этом было обнаружено, что отклонения гальванометра при $H=0$ зависят от времени выдержки $+H_m$, т. е. от T_2. Приведенная дальше таблица в первом горизонтальном ряду содержит максимальные отклонения этого гальванометра, полученные при переходе к $H=0$ для случаев T_2 равного 2 и 10 секундам.

С целью создания благоприятных условий для наблюдения магнитной вязкости ([3]) переход к $H=0$ осуществлялся более или менее плавно, без искры в цепи намагничивающей обмотки. Как показало контрольное обследование, тепловое действие намагничивающего тока, в условиях настоящей работы, практически совершенно не влияло на проявления магнитной вязкости.

4. Аномальные результаты получились в связи с наблюдением спадания остаточной магнитной индукции для тех случаев, когда переход к $H=0$ совершался не прямо от точки *2*, т. е. от $+H_m$, а с промежуточной остановкой в некоторой третьей точке гистерезисного цикла при $+H'$, где $H'<H_m$. После определенной выдержки времени при $+H_m$ (T_2) и следующей за ней выдержки времени при $+H'$ (T_3) переход к $H=0$ и включение измерительной обмотки в цепь гальванометра осуществлялись совершенно так же, как и в ранее описанном переходе к $H=0$ непосредственно от $+H_m$. Следовательно, в данном случае была введена только более или менее длительная остановка в точке *3* ($+H'$) при переходе от точки *2* ($+H_m$) к $H=0$.

Ввиду того, что обычно нормальные проявления магнитной вязкости напоминают по характеру задерживающее влияние токов Фуко, весьма часто ей приписывается чрезвычайно тесная связь с токами Фуко и даже иногда делаются попытки рассматривать магнитную вязкость не как самостоятельное свойство ферро-магнитных материалов, а в качестве своеобразного проявления токов Фуко. Можно было бы предполагать, что если действительно магнитная вязкость, по существу, тесно связана с токами Фуко, то после остановки в точке *3*, при $+H'$, где H' значительно меньше H_m, должно уменьшиться проявление магнитной вязкости при $H=0$. Однако, как показывает опыт, проявления магнитной вязкости при $H=0$ иногда не только не уменьшаются благодаря остановке при $+H'$, но даже увеличиваются, если, конечно, H' не меньше некоторой определенной величины.

В таблице даны некоторые результаты наблюдений, полученные для $H_m=10$ эрстедам и для различных H', причем выдержка времени

при $+H_m$ обозначена через T_2 и выдержка времени при $+H'$ обозначена через T_3.

Эрстеды Oersteds		Секунды Seconds		Гауссы Gausses	Отношение эффектов магнитной вязкости, соответствующих T_3=10 сек. и T_3=2 сек. The ratio of the manifestations of magnetic viscosity when T_3=10 sec. to those obtained with T_3=2 sec.	Характер изменения магнитной индукции в точке 3, т. е. при H' The character of the changes of magnetic induction at the point 3, i. e. at H'
H_m	H'	T_2	T_3	Эффект магнитной вязкости, наблюденный при выключенном намагничивающем токе The manifestations of magnetic viscosity after the breaking of the magnetizing current		
10	0	2	0	1.28		
		10	0	1.42		
"	0.1	2	2	1.00		
			10	0.90	0.90	Нормальный Normal
		10	2	1.14		
			10	1.00	0.88	Нормальный Normal
"	0.5	2	2	1.14		
			10	1.14	1.00	
		10	2	1.20		
			10	1.20	1.00	
"	1	2	2	1.17		Аномальный Anomalous
			10	1.20	1.02	
		10	2	1.31		
			10	1.31	1.00	
"	5	2	2	1.26		Аномальный Anomalous
			10	1.34	1.06	
		10	2	1.38		
			10	1.38	1.00	

Как видно из этой таблицы, увеличение проявлений магнитной вязкости при $H=0$, в связи с выдержкой времени в точке 3, имеет место только тогда, когда предшествовавшая выдержка времени T_2 была сравнительно короткой. Отсюда следует, что магнитная индукция в точке 3, т. е. после перехода от $+H_m$ к $+H'$ и после соответствующего быстрого уменьшения ее, в дальнейшем медленно возрастает в тех случаях, когда выдержка времени T_2 была недостаточной для достижения более или менее окончательного магнитного состояния при $+H_m$. Ясно, что проявления магнитной вязкости в точке 3, т. е. при $+H'$, в указанных условиях имеют аномальный характер. В случае же если H' слишком мало, проявления магнитной вязкости, вообще говоря, имеют нормальный характер.

5. Результаты настоящей работы можно формулировать следующим образом:

а) На определенных участках гистерезисного цикла изменения магнитной индукции во времени, обусловленные магнитной вязкостью, могут иметь направление, противоположное тем изменениям магнитной индукции, которое можно было бы пытаться объяснить задерживающим влиянием токов Фуко.

б) В некоторых случаях проявление магнитной вязкости совершенно не зависит от величины предшествовавшего изменения магнитной силы.

в) Таким образом можно считать окончательно установленным, что явление магнитной вязкости и задерживающее влияние токов Фуко совершенно различны по своей природе.

г) Следовательно, явление магнитной вязкости необходимо принимать во внимание при рассмотрении вопроса о природе изменений магнитного состояния вещества.

д) Настоящая работа дает метод разделения проявлений магнитной вязкости и задерживающего влияния токов Фуко даже в тех случаях, когда расчет влияния токов Фуко почему-либо затруднителен.

Научно-исследовательский сектор
Ленинградского электромеханического института.
Лаборатория акад. В. Ф. Миткевича.

Поступило
26 V 1934.

PHYSICS

AN ANOMALOUS CASE OF MAGNETIC VISCOSITY

By A. MITKEVIČ (MITKEVITCH)

(*Communicated by V. Th. Mitkevitch, Member of the Academy, 1. VI. 1934*)

1. In my previous papers ([1, 2, 3]) I have stated that magnetic viscosity depends to a great extent on the magnetic history of the specimen tested. The indirect method I have worked out for the observation of the magnetic viscosity, allowed me to investigate this phenomenon up to 100 oersteds ([1, 2]). In the present paper are given some of the characteristic experimental data obtained by means of the investigation of anomalous magnetic viscosity on certain parts of the hysteresis loop carried out by this method.

2. As the chief difficulty arising in attempting to carry out the investigation of magnetic viscosity by means of a very sensitive galvanometer is to maintain a high constancy of magnetic force, the most reliable observation of magnetic viscosity can be made when $H=0$, i. e. after the breaking of the magnetizing current that has excited a certain magnetic force H. My indirect method for the investigation of magnetic viscosity is based on the following supposition connected to a certain degree with some of the results of Ewing's experiments ([4, 5]). As is known, Ewing obtained very interesting experimental data in examining how the time-rate of the increase of magnetic induction that is due to magnetic viscosity, is affected by the length of the pause during which a certain magnetic force has been kept constant, that preceded the increase of magnetic force. Ewing found that when the preceding pause is long, the increase of magnetic induction due to magnetic viscosity which follows an increase of magnetic force goes on much more slowly than when the preceding pause is short, i. e. Ewing established that the length of the pause at some magnetic force

affects the manifestations of magnetic viscosity which take place after the subsequent increase of the magnetic force. The immediate changes of magnetic induction were the same in these two cases. It can be, therefore, expected thad the manifestations of magnetic viscosity at $H=0$ will be affected somehow by the preceding pause at a certain magnetic force, if at this magnetic force the phenomenon of magnetic viscosity exhibits itself. In fact, if the magnetic induction changes due to magnetic viscosity during the pause under constant magnetic force, then, in view of Ewing's above mentioned experiments, this change must have some effect on the manifestations of magnetic viscosity at $H=0$. Hence, by means of this method the phenomenon of magnetic viscosity at a certain magnetic force can be studied by the examination of the effect of this phenomenon on the manifestations of magnetic viscosity at $H=0$, after the reducing of the magnetic force to zero, i. e. on the decrease of the residual magnetic induction due to magnetic viscosity. The experimental data confirm well this supposition. It is to be noted that the influence of the preceding pause on the manifestations of magnetic viscosity is substantially more marked in weak fields and in speciments with higher coercive force.

3. In the present work was investigated one of previously described iron rings ([1,2,3]) of thin shellac coated iron wire 0.1 mm in diameter. The calculation ([2]) shows that in this case the eddy currents delay is practically quite imperceptible after one thousandth part of a second. Search coil and magnetizing coil were wound on this iron ring. The study of magnetic viscosity at $+H_m$ was carried out in the following way. The examined iron ring was brought into a cyclic magnetic state by a number of reversals of equal minus ($-H_m$, point *1*) and plus ($+H_m$, point *2*) values of magnetic force. Then, after a certain pause T_2 (at $+H_m$) the magnetizing current was automatically reduced to zero, and after 0.5 seconds from the instant of the breaking of the circuit of the magnetizing coil, the search coil was automatically connected to the galvanometer (fluxmeter type) by means of relay operated pendulums. It was found that the deflexions of the galvanometer at $H=0$ depended on the preceding pause T_2.

To ensure favourable conditions for the observation of magnetic viscosity ([3]), the reducing of the magnetizing current was carried out more or less gradually, without a spark in the circuit of the magnetizing coil. As was established by means of a special examination, the heat generated by the magnetizing current practically did not affect the manifestations of magnetic viscosity under the conditions of the present work.

4. As has been remarked before, the results obtained when magnetic force was reduced to zero from $+H_m$ with a pause at some magnetic force $+H'$ (point *3*) where $H'<H_m$, are very singular. In this case, after the pause T_2 followed by the pause T_3 during which H' is kept constant, magnetic force was reduced to zero and the search coil was connected to the galvanometer in the same way as in the previously described case of a direct reducing of magnetic force from $+H_m$ to zero. Thus, in this case only the pause T_3 (at $+H'$) was added.

As, in general, the normal manifestations of magnetic viscosity are somehow similar to eddy currents lag, the phenomenon of magnetic viscosity is very often regarded as a property of ferromagnetic materials, similar by nature to eddy currents delay. It appears that if the phenomenon of magnetic viscosity is really one of the ways in which eddy currents exhibit themselves, then, after the pause at $+H'$, the manifestations of magnetic viscosity at $H=0$ must become smaller. However, as can be seen from

the experimental data, in some cases the manifestations of magnetic viscosity at $H=0$ do not decrease because of a pause at $+H'$, but increase owing to this pause T_3. Some results of these investigations are brought together in the table (p. 428). T_2 is the pause during which $+H_m$ is maintained constant and T_3 is the pause during which $+H'$ is maintained constant. The results obtained without any pause at $+H'$ are given in the first horizontal row.

This table makes it clearly evident that the increase in the magnitude of the manifestations of magnetic viscosity at $H=0$ that is due to the pause T_3, takes place only when the preceding pause T_2 is sufficiently short and with a large enough value of H'. That is to say, magnetic induction at $+H'$ increases during the pause T_3 when the preceding pause T_2 has not been long enough to reach a more or less settled magnetic state at $+H_m$. It is clear that the manifestations of magnetic viscosity at point *3* i. e. at $H'\neq 0$, under the above mentioned conditions, are anomalous in character. It is to be noted, however, that if the magnitude of H' is very small, magnetic induction at H' decreases normally during the pause T_3.

5. These experiments lead to the following conclusions:

a) On certain parts of the hysteresis loop, the changes of magnetic induction due to magnetic viscosity can have the opposite direction as compared with the changes of magnetic induction that could be explained as eddy currents lag.

b) In some cases, the manifestations of magnetic viscosity are quite independent of the magnitude of the previous change of magnetic force.

c) Thus, it must be considered definitely established that the phenomenon of magnetic viscosity and the eddy currents delay are quite different by their very nature.

d) Hence, the phenomenon of magnetic viscosity must be taken into consideration when investigating the nature of the changes of the magnetic state of a substance.

e) This work gives a method for determining whether the time lag in magnetization is due to magnetic viscosity or whether it can be explained as eddy currents delay, when the calculation of the influence of eddy currents is rather difficult.

Research Department of the Leningrad
Electromechanical Institute.
Laboratory of V. Th. Mitkevitch,
Member of the Academy.

Received
26. V. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] А. В. Миткевич. Электричество, 1933, № 10, стр. 29. A. Mitkevič (Mitkevitch). Electritchestvo, 1933, No 10, p. 29. [2] А. В. Миткевич. Сборник Ленингр. электромеханического института (ЛЭМИ), 1934, № 2 (IV), стр. 14. A. Mitkevič (Mitkevitch). Trans. of the Leningrad Electromechanical Institute (LEMI), 1934, No 2 (IV), p. 14. [3] А. В Миткевич. ДАН, 1934, том I, № 9, стр. 531. A. Mitkevič. (Mitkevitch). C. R. Acad. Sci. URSS, 1934, vol. I, No 9, p. 531. [4] Ewing. Proc. Roy. Soc., 1889, p. 269. [5] Ewing. Magnetic Induction in Iron and Other Metals. p. 124.

ФИЗИКА

В. В. АНТОНОВ-РОМАНОВСКИЙ

ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАТУХАНИЕ ЦИНКОВЫХ ФОСФОРОВ В ЕДИНИЧНЫХ КРИСТАЛЛАХ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 23 VI 1934*)

Изучение естественного затухания фосфоресценции приводит к определенным представлениям о характере процессов, протекающих в фосфоре во время высвечивания. Многочисленные исследования в этой области проводились обычно на больших скоплениях кристалликов (1). Настоящая работа является развитием последнего из цитированных исследований. Поэтому в отличие от прежних работ, для уничтожения эффекта взаимодействия мы ставили опыты с единичными кристалликами (порядка 10—100 μ). Наиболее близкой к настоящему исследованию можно считать работу Кусталя (2), где он изучает затухание разреженного слоя фосфора, состоящего из кристалликов примерно одинаковой величины (около 16 μ). К сожалению нет возможности дискутировать результаты, полученные этим автором, потому что он не приводит данных непосредственных измерений.

Так как энергия, излучаемая отдельным кристалликом, чрезвычайно мала, обычное фотометрирование становится затруднительным. Поэтому была разработана новая методика, использующая микроскоп. Измерения затухания производились двумя способами. Для начальных стадий затухания — метод сравнения полей, для далеких — метод гашения, основанный на способности глаза воспринимать световой сигнал лишь до определенной границы (порога) яркости (3).

Было исследовано затухание четырех цинковых фосфоров в зависимости от величины кристаллов, температуры и интенсивности возбуждающего света.

У всех четырех фосфоров обнаружено замедление затухания при уменьшении размеров кристалла. Для самых крупных кристалликов высвечивание довольно хорошо следует схеме бимолекулярной реакции согласно формуле, выведенной недавно С. И. Вавиловым (4).

$$I = \frac{N^2 e^{-\frac{t}{\tau'} N}\left(1+\frac{N}{n_0}\right)}{\tau'\left(1+\frac{N}{n_0}-e^{-\frac{t}{\tau'} N}\right)^2}, \qquad [1]$$

где I — интенсивность свечения, t — время, n_0 — концентрация фотоэлектронов в начальный момент, N — концентрация свободных электронов, а τ' — постоянная, зависящая от свойства среды.

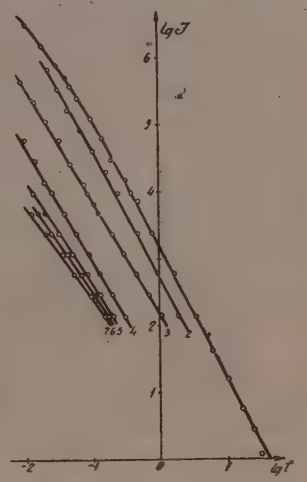
Дополнительные исследования этих крупных кристалликов показали, что ни температура (в интервале от 20 до 80°), ни изменение интенсивности возбуждения (в 1000 раз) не влияют на характер затухания, меняются только параметры в формуле [1].

Чем меньше размеры кристалликов, тем больше их затухание уклоняется от вида [1]. Для двух фосфоров [№№ 1 и 4] оказалось, что затухание на всем промеренном интервале может быть выражено гиперболической формулой,

$$I A t^{-\alpha}, \qquad (t > 0.005 \text{ мин.}) \qquad [2]$$

где t — время в минутах, A — интенсивность при $t=1$ и $0<\alpha\leqslant 2$. В этом случае быстрота затухания характеризуется величиной α.

На рисунке представлены кривые затухания кристалликов фосфо́ра № 1 в координатах $\lg I$ и $\lg t$. Средний радиус кристалликов выражен в μ. Между $\lg I$ и $\lg t$ на фигуре имеется линейная зависимость, что согласуется с формулой (2). В таблице дана зависимость α от r. При увеличении размеров кристалликов $\alpha\to 2$. Для самого крупного кристаллика ($r=69\ \mu$) затухание прослежено при спадании интенсивности около 3 000 000 раз. Для этого кристаллика $\alpha=1.96\sim 2$, что соответствует случаю формулы (1), когда $N=0$ и $t\geqslant\frac{\tau}{n_0}$.



Затухание кристалликов фосфо́ра № 1

№№	1	2	3	4	5	6	7
r	69	54	27	17	14	12	10
α	1,96	1,88	1.72	1,73	1.60	1.51	1.44

Полученные результаты с определенностью показывают, что для цинковых фосфо́ров процессы, обусловливающие свечение, идут для кру́пных кристалликов по схеме бимолекулярной реакции. Уклонение высвечивания маленьких кристалликов от этой схемы может быть вызвано тем, что вблизи поверхности явления высвечивания происходят совершенно иначе, чем внутри кристаллика. При уменьшении размеров кристаллика удельное значение поверхности возрастает, поэтому влияние поверхностных процессов сказывается тем сильней, чем меньше кристаллик.

Установленная зависимость затухания от величины кристалликов показывает, что при обычных исследованиях затухания фосфо́ров в виде порошка (мы оставляем в стороне возможное взаимодействие между кристалликами) изучается статистический процесс, который сложным и случайным образом связан с элементарными процессами свечения в фосфо́ре.

Физический институт московского государственного университета. Оптическая лаборатория.

Поступило 21 VI 1934.

PHYSIK

DIE NATÜRLICHE ABKLINGUNG DER ZINKPHOSPHORE IN EINZELNEN KRISTALLEN

Von V. ANTONOV-ROMANOVSKIJ

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 23. VI. 1934*)

Die Untersuchung der natürlichen Abklingung der Phosphoreszenz führt zu bestimmten Vorstellungen über den Charakter der Prozesse, die im Phosphor während der Lumineszenz vor sich gehen. Die zahlreiche Untersuchungen auf diesem Gebiet wurden gewöhnlich an grossen Kristallansammlungen vorgenommen (1). Die vorliegende Arbeit ist eine Fortführung der letzten von den zitierten Untersuchungen. Wir haben darum, zum Unterschied von den früheren Arbeiten, unsere Versuche an einzelnen Kristallen

(Grossenordnung von 10—100 μ) angestellt, um den Effekt der gegenseitigen Einwirkung auszuschalten. Am nächsten zur vorliegenden Arbeit steht die Untersuchung von Coustal (²), in der er die Abklingung einer verdünnten Phosphorschicht, die aus ungefähr gleichgrossen Kristallen (circa 16 μ) besteht, erforscht. Leider unterliegen die vom Autor gewonnenen Ergebnisse keiner Diskussion, weil er keine Feststellungen über unmittelbare Messungen bringt Da die von den einzelnen Kristallen ausgeschiedene Energie ausserordentlich gering ist, werden die gewöhnlichen photometrischen Messungen schwierig. Infolgedessen wurde eine neue, das Mikroskop benutzende Methodik ausgearbeitet. Die Messungen der Abklingung wurden auf zweierlei Weise durchgeführt: für das Anfangsstadium der Abklingung mit Anwendung der Methode der Vergleichung der Felder, für weitere Stadien — wurde die Auslöschungsmethode angewandt, die auf der Fähigkeit des Auges, das Lichtsignal nur bis zu einer bestimmten Grenze (Schwelle) der Leuchtkraft wahrzunehmen, beruht (³).

Es wurde die Abklingung von 4 Zinkphosphoren und zwar in Abhängigkeit von der Grösse der Kristalle, der Temperatur und der Intensität des erregenden Lichtes untersucht.

Bei allen 4 Phosphoren wurde eine Verzögerung der Abklingung bei der Grössenabnahme der Kristalle festgestellt. Bei den grössten Kristallen folgt die Lumineszenz ziemlich genau dem Schema der bimolekularen Reaktionen gemäss der neuerdings von S. Wawilow aufgestellten Formel:

$$I = \frac{N^2 e^{-\frac{t}{\tau'} N}\left(1 + \frac{N}{n_0}\right)}{\tau'\left(1 + \frac{N}{n_0} - e^{-\frac{t}{\tau'} N}\right)^2}, \qquad [1]$$

in der I die Intensität des Leuchtens, t die Zeit, n_0 die Konzentration der Photoelektrone im Anfangsmoment, N die Konzentration der freien Elektrone und τ' die vom Charakter des Mediums abhängige Konstante bedeutet.

Ergänzende Untersuchungen dieser grossen Kristalle haben gezeigt, dass weder die Temperatur (im Intervall von 20—80°), noch die Veränderung in der Intensität der Erregung (1000 mal) auf den Charakter der Abklingung einwirken; es verändern sich nur die Parameter in der Formel [1].

Je kleiner die Kristalle, umso mehr weicht ihr Erlöschen vom Typus [1] ab. Für 2 Phosphorarten (№№ 1 und 4) wurde festgestellt, dass die Abklingung während des ganzen gemessenen Intervalles durch folgende hyperbolische Formel ausgedrückt werden kann

$$I = At^{-\alpha}, \ (t > 0.005 \text{ Min.}), \qquad [2]$$

in der t — die Zeit in Minuten, A — die Intensität bei $t = 1$ und $0 < \alpha \leqslant 2$ bedeutet. In diesem Falle wird die Schnelligkeit der Abklinhung durch die Grösse α charakterisiert.

Auf der Zeichnung sind die Kurven der Abklingung der Phosphorkristalle (№ 1) in den Koordinaten lg I und lgt dargestellt. Der mittlere Radius der Kristalle ist in μ ausgedrucktt. Zwischen lg I und lg t besteht auf der Abbilding eine lineare Abhängigkeit, was mit der Formel [2] übereinstimmt. In der Tabelle ist die Abhangigkeit α von r veranschaulicht. Bei Grössenzunahme des Kristalle wächgot $\alpha \to 2$. Beim grössten Kri_

stall ($r = 69\ \mu$) wurde die Abklingung bei einer Abnahme der Intensität um 3 000 000 mal verfolgt. Bei diesem Kristall ist $\alpha = 1.96 \sim 2$, was der Formel [1] entspricht, wenn $N = 0$ und $t >> \frac{\tau^1}{n_0}$

Die gefundenen Resultate weisen mit Bestimmtheit darauf hin, dass bei den Zinkphosphoren die die Lumineszenz bedingenden Prozesse für grosse Kristalle nach dem Schema der bimolekularen Reaktionen verlaufen. Die Abweichungen der Lumineszenz der kleinen Kristalle von diesem Schema können dadurch hervorgerufen werden, dass die Erscheinungen der Lumineszenz an der Oberfläche ganz anders als im Inneren des Kristalls verlaufen. Bei der Grössenabnahme der Kristalle steigt die spezifische Bedeutung der Oberfläche; darum sind die Einwirkungen der Oberflächenprozesse um so grösser, so kleiner der Kristall ist.

Die festgestellte Abhängigkeit der Abklingung von der Grösse der Kristalle weist darauf hin, dass bei der Untersuchung der Abklingung der Phosphore in Pulverform (wir lassen die gegenseitige Einwirkung der Kristalle unberücksichtigt) ein statistischer Prozess verfolgt wird, der auf komplizierte und zufällige Weise mit den elementaren Prozessen der Lumineszenz im Phosphor verbunden ist.

Physikalisches Institut der Moskauer Universität.
Optisches Laboratorium

Eingegangen
d. 21. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] Lenard. Handbuch der Experim. Phys., XXIII, T. 1, 1928. — В. Л. Левшин и В. В. Антонов-Романовский. ДАН, № 5, стр. 205, 1933, новая серия. V. Levšin und V. Antonov-Romanovskij. C. R. Acad. Sci. URSS, № 5, 1933, nouvelle serie [2] R. Coustal. Journal de Chimie Physique, 28, 366, 1931. [3] Е. М. Брумберг и С. И. Вавилов. ДАН, т. III, № 6, стр. 405, 1934. E. Brumberg und S. Wawilow, C. R. Acad. Sci. URSS, v. III, № 6, p. 409, 1934. [4] S. Wawilow. Sow. Phys., 5, 369, 1934.

ФИЗИКА

В. ФАБРИКАНТ и В. ПУЛЬВЕР

О КОНЦЕНТРАЦИИ ВОЗБУЖДЕННЫХ АТОМОВ В РТУТНОМ РАЗРЯДЕ ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ

(*Представлено академиком С. И. Вавиловым 25 VI 1934*)

I. В ртутном разряде при высоком давлении и большой плотности тока (несколько А/см^2) существенную роль играют атомы, находящиеся в состояниях возбуждения 2^3P_0, 2^3P_1 и 2^3P_2.

По поглощению видимых ртутных линий в положительном столбе можно оценивать концентрации атомов на этих уровнях и на уровне 2^1P_1.

Измерения поглощений производились в направлении перпендикулярном к оси цилиндрической разрядной трубки.*

Непосредственно из этих измерений нельзя было делать никаких выводов насчет абсолютных концентраций на данных уровнях, так как

* Количество ртути, находившееся в служивших нам разрядных трубках, было так соразмерено, что при нормальных условиях работы полностью испарялось. Таким образом было возможно, в известных пределах, варьировать силу тока без изменения количества пара.

лучи, поглощение которых определялось, проходили через разрядную трубку по диаметру, и в силу этого подвергались воздействию ряда слоев с меняющейся концентрацией поглощающих атомов. Все приводимые в дальнейшем выводы из измерений поглощения опираются на относительные величины поглощения, наблюденные при различных силах разрядного тока.

При таких измерениях необходимо принимать в расчет, что с изменением условий разряда ширина линий поглощения также изменяется; в условиях нашей работы это обстоятельство, как выяснил опыт, очень сильно сказывалось. Работы некоторых авторов, как напр. Масаки (1) и Доржело (2), в значительной мере обесцениваются тем, что в них не учитываются изменения ширины линий. Имея в виду исследовать изменения концентрации возбужденных атомов на основании поглощения лучей в светящихся парах ртути при разных величинах силы тока, мы непременно должны были стараться исключить влияние вышеуказанного обстоятельства, по-разному отражающееся на величине поглощения при разных силах тока. Надлежало, следовательно, выбрать такие условия, при которых изменение поглощения зависит исключительно от изменения концентрации поглощающих атомов. Это имеет место, когда ширина и форма линий в обеих трубках одинаковы.

Очевидно, в геометрически одинаковых трубках, содержащих одинаковые количества ртутных паров, при одной и той же силе тока формы испускаемых линий должны быть тождественны. Помимо того, равенство ширины линий в лучах обеих трубок при различных силах тока проверялось при помощи интерферометра Фабри-Перо. При изменении поглощения колебания силы тока происходили в обеих трубках одновременно. Все же мы должны оговориться, что при всех мерах предосторожности нельзя считать, чтобы нам удалось полностью устранить всякое влияние вышеназванных помех.

Результаты многочисленных измерений показали, что независимо от давления паров (в пределах 250—820 мм ртути), абсорпция линий 5790.66 и 5769.60Å сильно возрастает с силой тока, в то время как абсорпция триплета 5640.74;4358.37;4046.56 при изменениях тока в пределах 5—75 А с большой точностью сохраняет свое значение. Абсорпция линий 5790.66 и 5769.60Å невелика (3.5 до 18.5%), в то время как для линий триплета она при давлении в 500 мм ртути достигает 51—26% (см. таблицу, стр. 437). Не мешает, впрочем, упомянуть, что значительная разница между абсорпцией триплета и желтой линии явственно выступает в кривой распределения интенсивности для трубки по соответствующему спектральному участку.

II. Измерения поглощения дополняются измерениями интенсивности ртутных линий для различных значений силы тока. Эти измерения, также как и абсорпционные, производились в центральной части контрагированного разряда. Заметных изменений формы контрагированного столба в наших условиях не наблюдалось.*

В промежутке от 5.0 до 7.5 А для силы тока прирост интенсивности спектральных линий носит линейный характер. При этом линии

* При более низких давлениях распределение интенсивности в разрядном столбе в сильной степени зависит от давления и силы тока. Поэтому обычные измерения „хода“ интенсивности спектральных линий, при которых центральная часть столба изображается на щели спектрального прибора, дают неверные результаты вследствие происходящего в столбе перераспределения энергии. Многие авторы не обращают внимания на это обстоятельство.

Сила тока в амперах Stromstärke in Amp.	Поглощение в % для линии Absorption in % für die Linie			
	λ 5790.66/5769.60	5460.74	4358.34	4046.56
5	3.5	52.5	51.5	55
5.5	6.5	53	51	56
6	8.5	53	51.5	56
6.5	11.5	52.5	51	55
7	15	53	51	56
7.5	18.5	52.5	51.5	56

триплета 5460.74; 4358.34; 4036.56 изменяются практически одинаковым образом. При давлениях в пределах от 250 до 720 мм ртути желтая линия быстрее усиливается, нежели линии триплета. Линейное нарастание интенсивности линий с силой тока хорошо согласуется, как видно будет ниже, с измерениями абсорпции.

III. Результаты измерений абсорпции свидетельствуют во-первых об очень высокой концентрации атомов на уровнях 2^3P_0 2^3P_1 и 2^3P_2 и во-вторых о неизменности этой концентрации при повышении силы тока с 5.0 до 7.5 А. Отсюда вытекает, что в условиях наших опытов для уровней $2^3P_{0,1,2}$ уже достигнуто „насыщение“. Мы имеем здесь картину, аналогичную той, которая получена Копферманом и Ладенбургом (3) для неона. Как и там, результаты свидетельствуют о наличии равновесия между процессами, создающими уровни $2^3P_{0,1,2}$ и процессами, их же разрушающими. В особенности, крупную роль играет здесь возбуждение, передающееся по степеням от этих уровней к высшим, напр. 2^3S_1, 3^1D_2 и т. д. Результаты измерений интенсивности не противоречат предположению о большом значении возбуждения по ступеням поскольку концентрация уровней $2^3P_{0,1,2}$ оказалась постоянной.

Возрастание поглощения у линий 5790.66/5769.00 свидетельствует о быстром увеличении концентрации уровня 2^1P_1 с силой тока. Это явление можно объяснить тем, что этот уровень создается в результате трех процессов: 1) непосредственно путем возбуждения от основного состояния, 2) возбуждением по ступеням от уровней $2^3P_{0,1,2}$ и 3) посредством „пополнения каскадами“ при переходах от уровней 3^1D_2, 3^3D_2, 3^3D_1 и др.

Если рассматривать абсорпцию приближенно как функцию произведения концентрации N поглощающих центров на соответствующие эйнштейновские коэффициенты B и ν, то на основании величин абсорпции можно оценить отношение концентраций уровней $2^3P_{0,1,2}$ Конечно, и при этом предположении возможно получить окончательный результат лишь благодаря установленному опытным путем приблизительному равенству абсорпций для всех трех линий триплета (пренебрегая расхождениями в размере 5%).

При сделанном у нас допущении это равенство означает, что

$$N_0B_0\nu_0 = N_1B_1\nu_1 = N_2B_2\nu_2, \qquad [1]$$

где индексы 0, 1, 2 соответственно относятся к уровням 2^3P_0, 2^3P_1, 2^3P_2. Поэтому для нахождения нужных нам отношений достаточно вычислить

отношение между коэффициентами B. Для этого можно использовать известную связь между эйнштейновскими коэффициентами A и B и имеющиеся данные об отношении интенсивностей между триплетными линиями (4).*

$$\frac{I_{ik}}{h\nu_{ik}} = A_{ik} = \frac{8\pi h\nu_{ik}^3}{c^3}\frac{g_k}{g_i}B_{ki}. \qquad [2]$$

I_{ik} — интенсивность линии с частотой ν_{ik}; g_k и g_i — статистические веса нижнего и верхнего состояния.

Из [2] вытекает

$$B_{ki} = \frac{c^3}{8\pi h_2}\frac{I_{ik}}{\nu_{ik}}\cdot\frac{g_i}{g_k}. \qquad [3]$$

Следовательно, из последнего равенства можно вычислить отношение коэффициентов B_0, B_1, B_2, причем используется известность отношения $I_0 : I_1 : I_2$ (5). А именно

$$I_0 : I_1 : I_2 \cong 1 : 1.7 : 1.7.$$

Таким образом для коэффициента B получаются следующие отношения:

$$B_0 : B_1 : B_2 = 100 : 75 : 113,$$

откуда для концентраций уровней 2^3P_0, 2^3P_1, 2^3P_2 следует

$$N_0 : N_1 : N_2 = 100 : 144 : 120.$$

Таким образом, концентрации N_0 и N_2 метастабильных атомов оказываются величинами такого же порядка, что и концентрации атомов в состоянии 2^3P_1. Это может являться указанием на то, что разница в продолжительности жизни разных видов атомов при высоком давлении утрачивает свое решающее значение для установления равновесия концентраций. Существенную роль здесь, конечно, играет сильное самообращение резонансной линии $2^3P_1 - 1S$ (2536.52 Å).

Совершенно аналогичные результаты получили Копферман и Ладенбург (3) с применением гораздо более сложной и точной методики для состояний s_3, s_4, s_5 неона, у которого „насыщение“ концентрации наступает при гораздо меньших силах тока (50 mA) и более низком давлении (3—5 мм ртути). Это обстоятельство позволило авторам применить в своей работе аномальную дисперсию, что в случае ртутного разряда при высоком давлении крайне затруднительно.

Можно попытаться, как это и сделали Копферман и Ладенбург в своей работе, оценить отклонение найденных величин от больцмановского распределения. В нашем случае приходится ожидать более крупных отклонений, так как ртутные уровни $2^3P_{0,1,2}$ сильнее отличаются друг от друга по энергии, чем неоновые уровни $s_{3,4,5}$. Наиболее целесообразно исходить здесь из отношения $N_2 : N_0$. Тогда получается для температуры величина около 6400°.

Эленбаас (6) нашел совершенно другим путем температуру равной $6000° \pm 800°$.

Отсюда получается для $N_2 : N_1$ значение 0.58 (вместо 0.83) и для $N_0 : N_1$ — 0.48 (вместо 0.69).

В силу этого концентрации метастабильных состояний 2^3P_0 и 2^3P_2 выше, чем должны быть в случае равновесия.

Ленинградский электротехнический институт.

Поступило 25 V.1 1934.

PHYSIK

ÜBER DIE KONZENTRATION ANGEREGTER ATOME IN DER QUECKSILBERENTLADUNG BEI HOHEM DRUCK

Von V. FABRIKANT und V. FULWER

(*Vorgelegt von S. Wawilow, Mitglied der Akademie, d. 25. VI. 1934*)

I. In der Hg-Entladung bei hohem Druck und grosser Stromdichte (einige A/cm^2) spielen die Atome eine wesentliche Rolle, die sich im Anregungszustand 2^3P_0, 2^3P_1 und 2^3P_2 befinden.

Aus der Absorption der sichtbaren Hg-Linien in der positiven Säule kann man die Konzentration dieser Niveaus und des Niveaus 2^1P_1 beurteilen. Die Absorptionsmessungen wurden in der Richtung senkrecht zur Achse des zylindrischen Entladungsrohres* ausgeführt. Unmittelbar durfte man aus den Messungen keinerlei Schlüsse auf die absoluten Konzentrationen der Niveaus ziehen, denn die Strahlung, deren Absorption gemessen wurde, durchsetzte die Entladungssäule längs eines Durchmessers und unterlag daher der Einwirkung einer Reihe von Schichten mit veränderlicher Konzentration der absorbierenden Atome. Alle im Weiteren angeführten Folgerungen aus den Absorptionsmessungen stützen sich auf die relativen Absorptionswerte, die bei verschiedenen Entladungsstromstärken beobachtet wurden.

Bei solchen Messungen ist zu berücksichtigen, dass sich mit Änderung der Entladungsbedingungen die Breite der Absorptionslinien ändert; in unseren Verhältnissen kam dieser Umstand, wie der Versuch zeigte, sehr stark zum Ausdruck. Die Untersuchungen einiger Autoren, z. B. von Masaki (1) und Dorgelo (2) verlieren dadurch, dass sie diesen Änderungen der Linienbreiten nicht Rechnung tragen, bedeutend an Wert. Da wir beabsichtigten, die Konzentrationsänderungen der angeregten Atome auf Grund der Absorption der Strahlung in leuchtendem Hg-Dampf bei verschiedenen Stromstärken zu untersuchen, mussten wir den Einfluss der obengenannten Umstandes, der in der Grösse der Absorption bei verschiedenen Stromstärken in verschiedener Weise zur Geltung kommt, ausschliessen. Es waren also solche Bedingungen zu wählen, bei denen die Änderung der Absorption nur von der Konzentrationsänderung der absorbierenden Atome abhängt. Das ist der Fall, wenn Linienbreite und Linienform in beiden Röhren die gleichen sind.

Offenbar muss in geometrisch gleichen Röhren, welche die gleiche Hg-Dampfmenge enthalten, bei gleicher Stromstärke die Form der emittierten Linien identisch sein. Emissions- und Absorptionsrohr wurden daher identisch gewählt. Ausserdem wurde die Gleichheit der Linienbreiten in der Strahlung der beiden Röhren bei verschiedenen Stromstärken mit Hilfe eines Perot-Fabryschen Interferometers geprüft. Die Stromstärke schwankte bei den Absorptionsmessungen in beiden Röhren gleichzeitig. Es ist allerdings auch trotz der beschriebenen Vorsichtsmassregeln nicht anzunehmen, dass der Einfluss der genannten Faktoren vollständig beseitigt war.

Die Ergebnisse vieler Messungen zeigten, dass unabhängig vom Dampfdruck (im Bereich von 250—820 mm Hg). die Absorption der Linien

* Die in den von uns benutzten Entladungsröhren befindliche Hg-Menge war so bemessen, dass sie bei normalen Betriebsbedingungen vollständig verdampfte. Dadurch war es möglich, in gewissen Grenzen die Stromstärke zu variieren, ohne dass sich die Dampfmenge dabei änderte.

5790.66/5769.60 Å mit der Stromstärke schnell zu, während die Absorption des Tripletts 5460.74; 4358.37; 4046.56 bei Stromänderungen im Bereich von 5—75 Å mit grosser Genauigkeit ihren Wert behält. Die Absorption der Linien 5790.66/5769.60 Å ist gering, (3.5% bis 18.5%) während sie für die Triplettlinien bei einem Dampfdruck von 500 mm Hg 51—56% erreicht (s. Tabelle, S 437.).

Übrigens sei erwähnt, dass der beträchtliche Unterschied in der Absorption des Tripletts und der gelben Linie sich deutlich in der Intensitätsverteilungskurve des Rohres für den entsprechenden Spektralbezirk bemerkbar macht.

II. Die Absorptionsmessungen wurden durch Intensitätsmessungen an den Hg-Linien bei verschiedenen Stromstärken ergänzt. Diese Messungen wurden ebenso wie die Absorptionsmessunge, im zentralen Teil der eingeschnürten Entladung ausgeführt. Merkliche Formänderungen der eingeschnürten Säule wurden bei unseren Bedingungen nicht beobachtet*.

Im Spielraum von 5.0—7.5 A für die Stromstärken verläuft die Intensitätszunahme der Spektrallinien in linearer Form. Dabei ändern sich die Triplettlinien 5460.74; 4358.34; 4046.56 Å praktisch in der gleichen Weise. Bei Drucken von 250—820 mm Hg nimmt die gelbe Linie schneller zu als diejenigen des Tripletts.

Das lineare Anwachsen der Linienintensitäten mit dem Strom steht, wie weiter unten ersichtlich wird, in guter Übereinstimmung mit den Absorptionsmessungen.

III. Die Ergebnisse der Absorptionsmessungen zeugen erstens von sehr hoher Konzentration der Niveaus 2^3P_0, 2^3P_1 und 2^3P_2 und weisen zweitens auf die Konstanz dieser Konzentration bei Zunahme des Stroms von 5 auf 7.5 A hin. Daraus ergibt sich, dass für die Niveaus $2^3P_{0,1,2}$ bei unseren Versuchsbedingungen bereits „Sättigung" erreicht ist. Wir haben einen Sachverhalt, analog dem Bilde, welches H. Kopfermann und R. Ladenburg (3) im Neon gefunden haben. Auch in unserem Falle zeugen die Ergebnisse vom Vorhandensein eines Gleichgewichts zwischen den Vorgängen, welche die Niveaus $2^3P_{0,1,2}$ schaffen, und denen, die sie zerstören. Im besonderen spielt scheinbar die Stufenanregung von diesen Niveaus aus zu höheren, z. B, 2^3S_1, 3^1D_2 usw. eine grosse Rolle. Die Ergebnisse der Intensitätsmessungen widersprechen nicht der Vermutung, dass die Stufenanregung grosse Bedeutung besitzt, insofern als sich die Konzentration der Niveaus $2^3P_{0,1,2}$ konstant erwies.

Das Anwachsen der Absorption bei den Linien 5790.66/5769.60 zeugt von schneller Konzentrationszunahme des Niveaus 2^1P_1 mit dem Strom. Diese lässt sich dadurch erklären, dass die Erzeugung dieses Niveaus durch drei Prozesse bewirkt wird: 1) Unmittelbar durch Anregung vom Grundzustand aus, 2) durch Stufenanregung von den Niveaus $2^3P_{0,1,2}$ aus und 3) durch „Kaskadenauffüllung" bei Übergängen, aus den Niveaus 3^1D_2, 3^3D_2, 3^3D_1, u. a.

Wenn man die Absorption angenähert als Funktion des Produktes aus der Konzentration N der absorbierenden Zentren und den entsprechenden Einsteinschen Koeffizienten B und ν betrachtet, kann man auf Grund der

* Bei niedrigeren Drucken hängt die Intensitätsverteilung in der Entladungssäule stark von Druck und Stromstärke ab. Deshalb geben die üblichen Messungen des Intensitäts-„Verlaufs" der Spektrallinien, bei denen der zentrale Teil der Säule auf den Spalt des Spektralapparats abgebildet wird, unrichtige Resultate infolge der in der Säule vor gehenden Umverteilung der Energie. Viele Autoren lassen diesen Umstand unbeachtet.

Absorptionswerte das Konzentrationsverhältnis der Niveaus $2^3P_{0,1,2}$ abschätzen. Natürlich lässt sich auch bei der gemachten Voraussetzung ein endgültiges Resultat nur dank der experimentell gefundenen angenäherten Gleichheit der Absorptionen für alle drei Triplettlinien gewinnen (wir vernachlässigen den Unterschied von 5%).

Bei der von uns gemachten Voraussetzung bedeutet diese Gleichheit, dass

$$N_0 B_0 \nu_0 = N_1 B_1 \nu_1 = N_2 B_2 \nu_2 \qquad [1]$$

ist, wo sich die Indizes 0,1,2 entsprechend, auf die Niveaus 2^3P_0, 2^3P_1 und 2^3P_2 beziehen. Daher genügt es zur Bestimmung der erforderlichen Verhältnisse, das Verhältnis zwischen den Koeffizienten B zu berechnen. Hierfür kann man die bekannte Beziehung zwischen den Einsteinschen Koëffizienten A und B und die vorhandenen Daten über das Intensitätsverhältnis der Triplettlinien (4)* verwerten:

$$\frac{I_{ik}}{h\nu_{ik}} = A_{ik} = \frac{8\pi h \nu_{ik}^3}{c^3} \frac{g_k}{g_i} B_{ki}. \qquad [2]$$

I_{ik} ist die Intensität der Linie mit der Frequenz ν_{ik}; g_k und g_i sind die statistischen Gewichte des unteren und oberen Zustandes.

Aus [2] folgt:

$$B_{ki} = \frac{c^3}{8\pi h^2} \cdot \frac{I_{ik}}{\nu_{ik}^4} \cdot \frac{g_i}{g_k}. \qquad [3]$$

Folglich kann man aus der letzten Gleichung das Koeffizientenverhältnis B_0, B_1, B_2 berechnen, wobei man den Umstand benutzt, dass das Verhältnis $I_0 : I_1 : I_2$ bekannt ist (5). Und zwar ist

$$I_0 : I_1 : I_2 \cong 1 : 1.7 : 1.7.$$

Auf diese Weise findet man für die Koeffizienten B die folgenden Verhältnisgrössen:

$$B_0 : B_1 : B_2 = 100 : 75 : 113,$$

woraus für die Konzentrationen der Niveaus 2^3P_0, 2^3P_1, 2^3P_2 folgt:

$$N_0 : N_1 : N_2 = 100 : 144 : 12$$

Somit sind die Konzentrationen N_0 und N_2 der metastabilen Atome von derselben Ordnung wie die Konzentration der Atome in Zustand 2^3P_1. Dieses kann darauf hinweisen, dass die verschiedene Lebensdauer der verschiedenen Atomsarten bei hohem Druck ihre entscheidende Bedeutung für die Ausbildung des Konzentrationsgleichgewichts verliert. Eine wesentliche Rolle spielt hierbei natürlich die starke Selbstumkehr der Resonanzlinie $2^3P_1 - 1S$ (2536.52 Å)

Völlig analoge Ergebnisse erhielten H. Kopfermann und R. Ladenburg (3) mit einer viel komplizierteren und genaueren Methode für die Zustände s_3, s_4, s_5 des Neon, bei dem die „Sättigung" der Konzentration bei viel geringeren Stromstärken (50 mA) und niedrigerem Druck (3—5 mm Hg) eintritt. L tzterer Umstand erlaubte den Verfassern für ihre Untersuchungen die anomale Dispersion zu benutzen, was bei der Hg-Hochdruckenentladung äusserst schwierig ist.

* In der zitierten Arbeit von E. Gaviola befinden sich übrigens zwei Fehler; der erste besteht darin, dass er das Intensitätsverhältnis gleich dem Verhältnis der Koeffizienten A setzt der andere ist ein Rechenfehler: der Verfasser benutzt statt des Verhaltnisses der Gewichte die reziprokee Grösse. Dieses führt zu einem Endwert, der den wahren Wert um das 9-fache übertrifft.

Man kann versuchen, wie es auch H. Kopfermann und R. Ladenburg in ihrer Arbeit getan haben, die Abweichung der gefundenen Werte für von der Boltzmannschen Verteilung abzuschätzen. In unserem Falle sind grössere Abweichungen zu erwarten, da die Hg-Niveaus $2^3P_{0,1,2}$ sich in ihrer Energie stärker unterscheiden als die Neonniveaus $s_{3,4,5}$. Am zweckmässigsten geht man von dem Verhältnis $N_2 : N_0$ aus. Dann ergibt sich für die Temperarur ein Wert nahe 6400°.

W. Elenbaas (6) fand auf ganz verschiedenen Weise die Temperatur gleich $6000 \mp 800°$.

Hieraus ergibt sich $N_2 : N_1 = 0.58$ (anstatt 0.83) und $N_0 : N_1 = 0.48$ (anstatt 0.69).

Demnach sind die Konzentrationen der metastabilen zustände 2^3P_0 und 2^3P_2 höher als dieses im Gleichgewicht der Fall sein soll.

Elektrotechnisches Institut.
Leningrad.

Eingegangen
d. 25. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

1 O. Masaki. ZS. f. Phys., Bd. 66, 229, 1930. 2 Dorgelo. Physica, 5, 429, 1925. 3 N. Kopfermann u. R. Ladenburg. ZS. f. Phys., Bd. 48, 26, 51; 1928; Bd. 65, 167, 1930. 4 E. Gaviola. Phys. Rev., 34, 1937, 1929; 35, 1226, 1930. 5 H. Krafft u. M. Pirani. ZS. f. techn. Phys., 14, 303, 1933. 6 W. Elenbaas. Physica, V, 1, S. 211, 1934.

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Г. ГЕЛЬМАН

О КОМБИНИРОВАННОМ ПРИБЛИЖЕННОМ РАСЧЕТЕ ПРОБЛЕМЫ МНОГИХ ЭЛЕКТРОНОВ

(*Представлено академиком А. Н. Фрумкиным 10 VI 1934*)

В квантовой теории многих тел существуют два метода приближений: первый, обычный, исходит из вариационной формулировки Шредингера, другой из формулировки Томаса-Ферми [1].

Мною было указано (2), что обменной энергии с замкнутыми слоями в волновой трактовке проблемы соответствует возрастание нулевой энергии в статистической трактовке.

Здесь предлагается комбинированный метод основанный на том, что учет сложных обменных интегралов, встречающихся в методе Фока (3), заменяется соответствующим изменением экранирования поля.

Мы исходим из вариационной проблемы Томаса-Ферми:

$$\delta \int (U + T)\, d\tau = 0, \qquad [1]$$

где интегралы, содержащие U и T, обозначают потенциальную и кинетическую энергию электронов. Допустим, что распределение плотности ρ_0, соответствующее равновесию в той (большей) части системы, которая имеет общий спин равный нулю, известно и неизменно.

Из [1] получаем:

$$\delta \int [\, U(\rho_0) + \Delta U(\rho_0, \Delta\rho) + T(\rho_0) + \Delta T(\rho_0, \Delta\rho)\,]\, d\tau = 0. \qquad [2]$$

Если заметить, что ΔU и ΔT малы по сравнению U_0 и T_0 и временно пренебречь членами высшего порядка, то получим:

$$\delta \int \left[\frac{\partial U}{\partial \rho_0} \Delta\rho + \frac{\partial T}{\partial \rho_0} \Delta\rho \right] d\tau = 0, \qquad [3]$$

где ρ_0 — параметр и $\Delta\rho$ — искомая функция. Эта классическая проблема имеет для $\Delta\rho$ решение типа δ- функции в точке минимума поля.

Это поле состоит из классического потенциала $\frac{1}{e}\frac{\partial U}{\partial \rho_0} = V_0$ и добавочного члена: $\frac{1}{e}\frac{\partial T}{\partial \rho_0} + \frac{h^2}{me}\left(\frac{3\rho_0}{\pi}\right)^{2/3}$.

Переходя к уравнению Шредингера для этого потенциала: $V_0 + \frac{h^2}{\gamma me}\left(\frac{3\rho_0}{\pi}\right)^{2/3}$, мы получим соответствующее волновое решение нашей проблемы.

При переходе от [3] к вариационной проблеме Шредингера надо прибавить выражение $-\frac{h^2}{\gamma\pi m}\int \psi^x \nabla^2 \psi \, d\tau$ для кинетической энергии электрона.

В случае нескольких электронов кроме кинетической энергии нужно добавить еще и их взаимную потенциальную энергию: $\int \sum_{i<k} \frac{e^2}{\gamma ik} \psi^x \psi \, d\tau$.

В формулировке Томаса-Ферми соответствующие выражения имеют вид:

$$\frac{3h^2}{10m}\left(\frac{3}{\gamma\pi}\right)^{2/3} \int \left(\Delta\rho\right)^{5/3} d\tau \text{ и } \int \frac{1}{2}\frac{e^2}{\gamma_{12}} \Delta\rho_1 \Delta\rho_2 \, d\tau_1 \, d\tau_2,$$

т. е. более высокого порядка относительно $\Delta\rho$. Эти выражения приближенно соответствуют тем членам, которыми мы пренебрегли при переходе от [2] к [3].

Многие вопросы, касающиеся валентных электронов в атомах и молекулах, могут быть рассмотрены с этой точки зрения.

Естественно применять к атомному остову статистический метод, а к валентному электрону волновой метод, учитывая принцип Паули для всех электронов. Это соответствует обычной точке зрения химиков, принимающих непроницаемость атомного остатка. Этот метод может быть распространен и на другие проблемы, например, на эффект Рамзауэра. С учетом нашего добавочного члена этот эффект может быть описан не сложнее, чем с обычным кулоновским членом.

Заметим, что изложенный метод может быть несколько изменен.

В некоторых случаях можно применить еще более простую модификацию этого метода. Рассмотрим, например, взаимодействие двух гомеополярно-соединенных атомов A и B.

Для решения проблемы активации энергию взаимодействия надо, как известно, разложить на две функции, на валентную часть, состоящую из обменных интегралов валентных электронов и одного „диагонального члена“ D [4], который слагается из всего кулоновского взаимодействия C обоих атомов и на сумму обменных интегралов (A_i, B_k) между i-электроном A и k-электроном B, обусловливающих ослабление связи.

В результате:

$$D = C + \frac{1}{2}\sum_{ik}{}' (A_i B_k). \qquad [4]$$

Сумма распространяется по всем i, k, кроме тех комбинаций, в которых i и k обозначают оба валентных электрона. Мы пишем теперь:

$$D = C + \frac{1}{2}\sum_{\text{все } i,\ k}(A_i B_k) - \frac{1}{2}\sum_{\substack{i:\ \text{валенти.}\\ k:\ \text{валенти.}}}(A_i B_k). \qquad [5]$$

Оба первых члена означают общее взаимодействие всех атомов, которые мы считали атомами благородного газа и могут быть вычислены статистически по методу Ленц-Иенсена ([1]).

В V и в D остаются обменные интегралы между валентными электронами. Если, например, для гомеополярных и одновалентных атомов $V + D$ берется из опыта, то статистический расчет решает также и вопрос о разложении суммы на V и D и таким образом устраняется произвол, которым сопровождалось решение проблем активации.

Вряд ли возможно в случае любых одновалентных атомных пар использовать для отношения V/D то значение, которое известно для H_2.

Водород, для которого D идентично с C, занимает особое положение. Равновесное расстояние между атомами в молекулах зависит, главным образом, от отталкивания между валентными электронами одного атома и остатком второго. Кулоновское отталкивание не является решающим, ибо оно проявляется главным образом на малых расстояниях.

Работа продолжается. Результаты, полученные по этому методу, будут опубликованы позднее.

Физико-химический институт им. Л. Я. Карпова.
Отдел строения материи.
Москва.

Поступило
10 VI 1934.

CHEMISCHE PHYSIK

ÜBER EIN KOMBINIERTES STÖRUNGSVERFAHREN IM VIELELEKTRONENPROBLEM

Von H. HELLMANN

(*Vorgelegt von A. Frumkin, Mitglied der Akademie, d. 10. VI. 1934*)

In der Quantentheorie des Vielelektronenproblems gibt es zwei Annäherungsmethoden: die gebräuchliche, die auf das Schrödingersche Variationsproblem zurückgeht, und eine andere, die das Thomas-Fermische Variationsprinzip benutzt [1]. Vom Verfasser wurde gezeigt ([2]), dass die Austauschintegrale mit abgeschlossenen Schichten in der Schrödinger-Methode dem Anwachsen der kinetischen Nullpunktsenergie in der statistischen Methode äquivalent sein müssen. Hier soll eine darauf beruhende kombinierte Methode mitgeteilt werden, in welcher die komplizierten Austauschintegrale, die als Folgerung des Pauliprinzips in der Fock'schen Behandlung des Einelektronenproblems ([3]) im Felde anderer Elektronen auftreten, durch eine Abänderung des Abschirmungsfeldes ersetzt werden.

Wir gehen aus vom Thomas-Fermischen Variationsprinzip:

$$\delta \int (U + T)\, d\tau = 0, \qquad [1]$$

worin die Integrale über U und T die potentielle und die kinetische Energie der Elektronen darstellen, und nehmen an, dass die Gleichgewichtsdichteverteilung ρ_0 des grössten Teils des Systems — ohne resultierenden Spin — unveränderlich festliegt. Aus [1] wird dann:

$$\delta \int [U(\rho_0) + \Delta U(\rho_0 \Delta\rho) + T(\rho_0) + \Delta T(\rho_0 \Delta\rho)]\, d\tau = 0. \qquad [2]$$

Berücksichtigt man, dass ΔU und ΔT klein im Vergleich zu U_0 bzw. T_0 sind und lässt man zunächst die Glieder höherer Ordnung unberücksichtigt, dann nimmt das Teilproblem die Form an:

$$\delta \int \left[\left(\frac{\partial U}{\partial \rho_0}\right) \Delta\rho + \left(\frac{\partial T}{\partial \rho_0}\right) \Delta\rho \right] d\tau = 0 \qquad [3]$$

mit ρ_0 als Parameter und $\Delta\rho$ als gesuchter Funktion. Dieses klassische Problem hat eine Lösung für $\Delta\rho$ vom Typus einer δ- Funktion im Punkte des Minimums des Feldes, und zwar eines Feldes, welches aus dem klassischen Potential $\frac{1\partial U}{e\partial\rho_0} = V_0$ und einem Ergänzungsglied $\frac{1\partial T}{e\partial\rho_0}\left[= \frac{h^2}{\gamma me}\left(\frac{3\rho_0}{\pi}\right)^{2/3}\right]$ besteht.

Indem man zur Zusammengesetzung der Schrödingergleichung für die gegebene Potentialfunktion: $eV_0 + \frac{h^2}{\gamma m}\left(\frac{3\rho_0}{\pi}\right)^{2/3}$ übergeht, erhält man die entsprechende wellenmechanische Lösung des herausgegriffenen Teilproblems. Für den Übergang von [3] zu dem Schrödingerschen Variationsproblem ist der Ausdruck $\frac{-h^2}{\gamma \pi m}\int \psi^x \nabla^2 \psi\, d\tau$ für die kinetische Energie des Elektrons und, im Fall mehrerer Elektronen, ausser ihrer kinetischen Energie die gegenseitige potentielle Energie $\int \sum_{i<k} \frac{e^2}{\gamma_{ik}} \psi^x \psi\, d\tau$ hinzuzufügen. In der Formulierung von Thomas-Fermi wären die entsprechenden Ausdrücke: $\frac{3h^2}{10m}\left(\frac{3}{\gamma\pi}\right)^{2/3}\int \left(\Delta\rho\right)^{5/3} d\tau$ und $\int \frac{1}{2}\frac{e^2}{\gamma_{12}} \Delta\rho_1 \Delta\rho_2\, d\tau_1\, d\tau_2$, also von höherer Ordnung in Bezug auf $\Delta\rho$ und annähernd in Übereinstimmung mit den Gliedern, die bei dem Übergang von [2] zu [3] weggelassen wurden.

Viele Fragen über die Valenzelektronen in Atomen und in Molekülen können annäherungsweise so behandelt werden. Es erscheint auch angemessen, für die Atomrümpfe die statistische Behandlung und für die Aussenelektronen die wellenmechanische Behandlungsweise zu benutzen stets unter Wahrung des Pauliprinzips für alle Elektronen. Die sich ergebenden Bilder entsprechen den gewöhnlichen Vorstellungen der Chemiker von der Undurchdringlichkeit der Atomrümpfe.

Auch andere Probleme lassen die Anwendung dieses kombinierten Störungsverfahrens zu. So wird z. B. die Theorie des Ramsauer-Effektes in Verbindung mit dem Pauliprinzip durch Hinzufügung unseres Ergänzungsgliedes zum Potentialfeld des Atoms oder Moleküls auf eine Form reduziert, die nicht komplizierter ist, als bei rein Coulombscher Wechselwirkung.

In manchen Fällen kann eine noch einfachere Modifikation dieses kombinierten Störungsverfahrens nützlich sein. Betrachten wir als Beispiel die gesamte Wechselwirkung zwischen zwei homöopolar gebundenen Atomen A und B. Für die Lösung des Aktivierungsproblems muss diese bekanntlich in zwei Wechselwirkung-funktionen zerlegt werden: den „Valenzanteil“ V, bestehend aus den Austauschintegralen der Valenzelektronen

miteinander, und einem „Diagonalanteil“ (s. dazu [4]) D, der sich additiv zusammensetzt aus der gesamten Coulombschen Wechselwirkung C beider Atome und einer die Bindung lockernden Summe von Austauschintegralen $(A_i B_k)$ zwischen dem i-ten Elektron von A und dem k-ten Elektron von B, also insgesamt:

$$D = C + \frac{1}{2}\sum_{i,k}{}' (A_i B_k). \qquad [4]$$

Die Summe erstreckt sich auf alle i, k ausser denjenigen Kombinationen in denen i und k beide Valenzelektronen bedeuten. Wir schreiben jetzt:

$$D = C + \frac{1}{2}\sum_{\text{alle } i,k} (A_i B_k) - \frac{1}{2}\sum_{\substack{i\text{: Valent} \\ k\text{: Valent}}} (A_i B_k), \qquad [5]$$

Die ersten beiden Glieder zusammen bedeuten die Gesamtwechselwirkung der als Edelgase behandelten Atome und können nach Lenz-Jensen [1] statistisch berechnet werden. In V wie in D bleiben als unbekannte Funktionen nur die Austauschintegrale zwischen den Valenzelektronen. Wenn man also z. B. für homöopolar einwertige Atome $V + D$ der experimentellen Erfahrung entnimmt, ist durch Ausführung der statistischen Rechnung auch die Frage nach der Zerlegung der Summe in V und D gelöst und damit die Willkür beseitigt, die der Behandlung von Aktivierungsproblemen sonst anhaftet. Denn es ist kaum gerechtfertigt, für beliebige einwertige Atompaare die Aufteilung $V:D$ einfach dem H_2-Fall zu entnehmen [5], da Wasserstoff, bei dem D mit C identisch ist, eine Ausnahmestellung einnimmt. Der Gleichgewichtsabstand von Atomen im Molekül dürfte im allgemeinen wesentlich durch die Abstossung zwischen Valenzelektronen und fremdem Rumpf mitbestimmt sein, jedenfalls nicht durch Coulombsche Abstossung [1, 4], die in C erst bei viel zu kleinen Abständen der beiden Atome einsetzt.

Über Ergebnisse mit dem kombinierten Störungsverfahren soll später berichtet werden.

Karpow-Institut für physikalische Chemie.
Moskau.

Eingegangen
d. 10. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — LITERATUR

[1] W. Lenz. ZS. f. Phys., 77, S. 713, 1932. — H. Jensen. ZS. f. Phys., 77 S. 722, 1932.
[2] H. Hellmann. ZS. f. Phys., 85, S. 180, 1933. [3] V. Fock. ZS. f. Phys., 81, S. 195, 1933.
[4] H. Hellmann. ZS. f. Phys., 82, S. 192, 1933. [5] H. Eyring. Journ. Am. Chem. Soc., 53, S. 2537, 1931.

В. Г. ФЕСЕНКОВ

член-корреспондент Академии Наук

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОЛЯРИЗАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ КОРОНЫ

Одной из современных проблем, представляемых солнечными затмениями, является проблема определения поляризации солнечной короны в различных ее точках и по возможности в разных длинах волн. Наиболее подходящим для этого средством может служить фотографирование короны при помощи светосильной фотографической камеры в свете, отраженном от черного зеркала, поставленного под углом полной поляризации. Два подобных прибора, ориентированные во взаимно перпендикулярных плоскостях (черное зеркало диаметром 160 мм, объектив камеры фокусного расстояния 70 см) были применены проф. С. Н Блажко во время затмения 1914 года. При этом, однако, не представляется возможным определить степень поляризации в любой точке изображения короны. Действительно, если поляризационные приборы ориентированы например по экватору и полярной оси солнечного диска, то все точки изображения короны, занимающие промежуточное положение, выходят на обеих фотографиях совершенно одинаковыми. Для придания этому методу полной универсальности можно предложить применить три поляризационных прибора, ориентированных один по отношению к другому через 60°. Сравним результаты, которые могут быть получены в обоих случаях.

Пусть свет короны частично поляризован в некоторой плоскости, именно в плоскости, проходящей через центр солнечного диска. Пусть i_1 — яркость элемента короны, измеренная в этой плоскости, и i — яркость в плоскости, ей перпендикулярной. Пусть далее a, b яркости, измеренные в произвольных единицах на фотографических пластинках, полученных при помощи двух перекрещенных между собою приборов, причем первый составляет с плоскостью поляризации света рассматриваемого элемента короны угол α.

Поскольку

$$a = k(i_1 \cos^2\alpha + i\sin^2\alpha)$$
$$b = k(i_1 \sin^2\alpha + i\cos^2\alpha)$$

(k — коэффициент пропорциональности), находим, что степень поляризации будет

$$x = \frac{i_1 - i}{i_1 + i} = \frac{a-b}{a+b}\sec 2\alpha.$$

Во втором случае (три поляризационных прибора) имеем аналогично

$$a_1 = k(i_1\cos^2\alpha + i\sin^2\alpha)$$
$$b_1 = k[i_1\cos^2(\alpha + 60°) + i\sin^2(\alpha + 60°)]$$
$$c_1 = k[i_1\cos^2(\alpha + 120°) + i\sin^2(\alpha + 120°)],$$

откуда

$$x = \frac{i_1 - i}{i_1 + i} = \frac{2\sqrt{a_1(a_1-b_1) + b_1(b_1-c_1) + c_1(c_1-a_1)}}{a_1 + b_1 + c_1}$$

и

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \sqrt{3}\,\frac{c_1 - b_1}{2a_1 - b_1 - c_1}.$$

Как было уже указано, способ двух перекрещенных зеркал не может быть применен в случае углов α близких к 45°; кроме того он требует предварительного знания ориентировки приборов. Способ же трех зеркал, являясь вполне универсальным, не требует знания угла α.

Рассмотрим теперь какова точность определения x при заданном α в обоих случаях. Пусть ε относительная средняя погрешность фотографиче кого определения яркости на одной пластинке, одинаковая во всех случаях и для прямолинейной части характеристической кривой равная примерно 3—4%.

Для первого способа имеем

$$\varepsilon_x^{\mathrm{I}} = \frac{2ab\sqrt{2}}{(a+b)^2} \sec 2\alpha \cdot \varepsilon.$$

Для второго способа находим для степени поляризации выражение в функции a, b, α в виде

$$x = \frac{2(a_1 - b_1)\sec 2\alpha}{(1+\sqrt{3}\,\mathrm{tg}\,2\alpha)+2b_1},$$

откуда

$$\varepsilon_x^{\mathrm{II}} = \frac{2\sqrt{2}(3+\sqrt{3}\,\mathrm{tg}\,2\alpha)\sec 2\alpha \cdot \varepsilon\, b_1}{\left(1+\sqrt{3}\,\mathrm{tg}\,2\alpha+2\frac{b_1}{a_1}\right)^2 a_1},$$

причем

$$\frac{b_1}{a_1} = \frac{2\sec 2\alpha - x\,(1+\sqrt{3}\,\mathrm{tg}\,2\alpha)}{2(x+\sec 2\alpha)}.$$

Образуя отношение $\frac{\varepsilon_x^{\mathrm{I}}}{\varepsilon_x^{\mathrm{II}}}$ и вычисляя его для разных значения x и α, находим, что вообще при $\alpha < 15°$ первый способ дает несколько более точные результаты, чем второй; при $\alpha > 15°$ — напротив, значительно менее точные. На основании всего сказанного выше не подлежит, поэтому, сомнению, что способ трех зеркал должен быть предпочтен. Ниже приводятся погрешности в значении x для второго способа, вычисленные по указанным выше формулам для разных значений α и x и выраженные в единицах ε.

	$\alpha = 0°$	30°	60°	90°	120°	150°	180°
$x = 0.0$	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667	0.667
0.5	0.75	0.42	0.00	0.42	0.75	0.00	0.75
1.0	0.667	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.667

Приведенные погрешности относятся, конечно, к идеальному случаю соответствующему полному отсутствию вуали и т. п., и в действительности должны быть больше. Укажем, что все три поляризационных зеркала могут быть приспособлены лишь к одному светосильному объективу. Для этой цели перед рефрактором монтируем пустотелую трехгранную пирамиду, которую по мнению Д. Д. Максутова, возможно спечь из трех отдельных зеркал, обращая ее вершиной к центру объектива. Посеребренные грани этой пирамиды получают поляризованный свет от трех боковых зеркал, расположенных соответствующим образом и отбрасывают его в поле зрения на фотографическую пластинку. Грани пирамиды должны быть разведены настолько, чтобы каждое из трех изображений отстояло бы на достаточное расстояние от центра поля зрения. Пустотелая пирамида и три боковые поляризационные зеркала монтируются на одном обруче, надеваемом на объектив. Внутреннее пространство фотографической камеры

разделяется продольной перегородкой, идущей от кассеты почти до объектива, на три изолированные части.

Если r — радиус объектива, φ — угол полной поляризации, φ_0 — желаемое угловое расстояние каждого из изображений короны от центра пластинки, то высота каждой грани пирамиды при условии полного использовании объектива есть $h = r \sec\left(\varphi + \frac{\varphi_0}{2}\right)$, а длина основания $s = 3.46\, r$. Например при $\varphi = 57°$, $\varphi_0 = 2°$, $r = 5$ см, имеем $h = 9.4$ см и $s = 17.3$ см. По этим данным не представляет затруднений построить модель поляризационного прибора.

Астрофизическая обсерватория Московского государственного университета. Кучино.

Поступило 31 VII 1934.

ASTROPHYSIQUE

SUR LA DÉTERMINATION DE LA POLARISATION DE LA COURONNE SOLAIRE

Par. V. FESENKOV

Membre correspondant de l'Académie

La polarisation de la couronne solaire doit être déterminée pour tous les points, sous des latitudes héliographiques différentes aux divers niveaux, au dessus de la surface du soleil. Le moyen commode d'y parvenir est de photographier le soleil eclipsé en lumière réfléchie par la surface d'un miroir noir orienté sous l'angle de la polarisation complète.

Il est pourtant nécessaire de signaler que l'emploi de deux appareils de ce genre, entre croisés à angle droit, ne donne pas encore la possibilité d'étudier la polarisation dans les points intermédiaires de la couronne. Par contre si l'on utilise trois chambres photopraphiques identiques associées aux polarisateurs orientés l'un par rapport à l'autre à 60°, on peut non seulement déterminer le degré da la polarisation pour n'importe quel point de la couronne, mais trouver également l'orientation de son plan.

Soient A, b, c les intensités lumineuses d'un élément de la couronne déterminées avec les trois chambres mentionnées plus haut dans des conditions absolument identiques. On peut montrer que le degré de la polarisation x et l'angle α, qui détermine l'orientation du plan de la polarisation par rapport au plan d'incidence du premier miroir noir, sont

$$x = \frac{2\sqrt{(a-b)\,a + (b-c)\,b + (c-a)\,c}}{a+b+c} \quad \text{et} \quad \operatorname{tg} 2\alpha = \sqrt{3}\,\frac{c-b}{2a-b-c}.$$

L'erreur moyenne ε_x est donnée par l'expression

$$\varepsilon_x = \frac{2\sqrt{2}\,(3 + \sqrt{3}\operatorname{tg} 2\alpha)}{\left(1 + \sqrt{3}\operatorname{tg} 2\alpha + 2\frac{b}{a}\right)^2} \cdot \frac{b}{a}\,\varepsilon, \quad \text{où} \quad \frac{b}{a} = \frac{2\sec 2\alpha - x\,(1 + \sqrt{3}\operatorname{tg} 2\alpha)}{2\,(x + \sec 2\alpha)},$$

ε étant l'erreur moyenne d'une détermination d'éclat d'un cliché (environ 3—4%). Comme il fallait s'y attendre, ε_x est toujours finie pour tous les angles α et pour toutes les valeurs de x (v. table dans le texte russe, p. 448). Les trois miroirs polarisants peuvent être facilement associés à un seul objectif suffisament lumineux. La monture correspondante peut être facilement exécutée, conformément aux données ci-dessus indiquées.

Observatoire astrophysique de l'Université de Moscou. Kutchino.

Manuscrit reçu le 31. VII. 1934.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

П. В. ЗИМАКОВ

О ПОВЕДЕНИИ НЕКОТОРЫХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ БОЛЬШОЙ ЧАСТОТЫ

(Представлено академиком А. Н. Фрумкиным 10 VI 1934)

Нижеописываемое явление было обнаружено при проведении работы по изучению химического действия ультраакустических волн, для генерирования которых приходилось создавать на металлических обкладках кварцевой пластинки электродвижущие силы переменного направления. Колебательная частота электромагнитного поля бывала от 500 до 1000 килоциклов. Напряжение поля вблизи электрода составляло от 2000 до 10 000 вольт. С внешней стороны наблюдавшееся явление состояло в следующем: тот или другой водный раствор, например 10% раствор этиленхлоргидрина, в количестве 1 $см^3$ заливался в стеклянную пробирку с плоским дном и обычных размеров; в опытах, в которых описываемое явление было обнаружено, такая пробирка с раствором ставилась непосредственно на металлический электрод-обкладку кварцевой пластинки, погруженной в минеральное масло. После включения генератора электромагнитных колебаний и начала излучения кварцем ультраакустических волн, жидкость в пробирке быстро нагревалась и над ней начиналось парообразование. В это время на внутренней стороне стенок реакционной пробирки, несколько выше уровня залитой в нее жидкости, начинали вспыхивать отдельные яркие искры, которые затем усиливались, делались длиннее и нередко проскакивали в виде яркой ленты, опоясывавшей всю внутреннюю поверхность пробирки. В дальнейшем разряды становились еще интенсивнее, образовывались сплошные светящиеся массы (облака) по всему сечению пробирки, которые перелетали от низа ее до самого верха и, наконец, в отдельных случаях, в самом конце экспозиции (примерно через 15 минут после начала) с электрода, на котором стояла пробирка, начиналось непрерывное истечение разряда к нижнему слою жидкости в пробирке, с образованием красивого фиолетового свечения (в случае раствора хлоргидрина). Содержимое пробирки, естественно, сильно разогревалось, шло интенсивное парообразование. После конца экспозиции, всегда оказывалось, что этиленхлоргидрин в сильнейшей степени гидролизован и выделилось много свободной хлористоводородной кислоты. В отдельных случаях расчеты показали, что гидролиз прошел не менее, чем на 85% за время около 15 минут.

Ближайшее изучение описанного эффекта показало, что он не находится ни в какой связи с ультраакустическими излучениями кварца и может быть получен при отсутствии последнего. Эффект был полностью воспроизведен при отсутствии механических колебаний, когда реакционная пробирка стояла на свободном электроде отдельно от кварца, закрепленном на штативе в воздухе. Однако, для вызывания начального искрообразования, в этой последней постановке опыта, оказывалось необходимым пробирку предварительно искусственно разогреть до начинающегося парообразования залитого в пробирку раствора.

Наблюдение показывает, что разряды возникают на границе пара (или тумана) и жидкости, смачивающей стенки пробирки.

В дальнейшем были установлены следующие дополнительные положения: 1) интенсивность разрядов возрастает вместе с возрастанием паро-

образования в пробирке; 2) интенсивность разрядов возрастает вместе с возрастанием напряжения поля у электрода, на котором стоит пробирка. Ниже определенного значения этого напряжения разрядов в пробирке вовсе не удается наблюдать. Это минимальное значение напряжения поля, при котором появляются разряды, неодинаково для различных растворенных веществ, напр., для хлористого и иодистого натра оно немногим выше 2000, а для этиленхлоргидрина около 5000 вольт.

Вопрос о роли частоты поля вполне не выяснен, однако, можно предполагать, что ее значение играет в явлении существенную роль, так как, напр., разбавленная соляная кислота не давала искрообразования пока находилась в электромагнитном поле частотой в 600 килоциклов; такая же соляная кислота давала интенсивные разряды в поле частотой в 950 килоциклов.

Подвергая вышеописанным образом действию электромагнитного поля высокой частоты водные растворы различных веществ, мы в дальнейшем обнаружили, что в то время, как при экспозиции одних из них образовывались интенсивные разряды, — при экспозиции других ни при каких, нами примененных, условиях таких разрядов не получалось. Так, в то время как в случае экспозиции уксуснокислого натра легко образовывались интенсивные электрические разряды яркого желтого цвета, растворы свободной уксусной кислоты и уксусноэтилового эфира не дали ни одного разряда. Следует особо отметить, что во многих случаях, после кратковременной экспозиции, сопровождающейся образованием разряда, обнаруживалось значительное химическое изменение раствора. На гидролиз этиленхлоргидрина мы уже указывали (85% за 15 мин.) дихлорэтан, подвергнутый экспозиции в смеси с водой в виде двухфазной системы давал интенсивные разряды и через 15 минут оказывался гидролизованным на 25—30% (по определению свободной выделившейся кислоты). Растворы иодистого натра давали интенсивные разряды и после экспозиции обнаруживали большое количество свободного иода. Раствор иодистого калия не давал никаких разрядов и оставался неизменным после экспозиции.

Ниже приводится таблица 11 веществ, подвергнутых нами экспозиции в быстропеременном электромагнитном поле, с разделением этих веществ на те, которые при этом давали электрические разряды, и на те, которые разрядов не давали.

№№ по пор.	Вещества, показавшие полож. эффект (разряды наблюдались)	Вещества, показавшие отриц. эффект (разряды не наблюдались)
1	Этиленхлоргидрин	Уксусная кислота
2	Дихлорэтан	Этилацетат
3	Хлор. водород при 950 килоц.	Хлор. водор. при 500 килоц.
4	Натрий ацетат	Калий иодид
5	Натрий иодид	Вода
6	Натрий хлорид	
7	Аммоний роданид	
8	Алюминий сульфат	

Выводы

1. Явление образования видимых электрических разрядов над водными растворами в пробирке обязано своим возникновением только переменному электромагнитному полю, механические воздействия не имеют на него прямого влияния.

2. Частота и напряжение электромагнитного поля имеют для явления существенное значение, которое, однако, ближе пока не изучено.

3. Видимый цвет электрических разрядов определяется химической природой разряд-образующего вещества. Так, натровые соли все давали разряд ярко-желтого цвета, характерного для спектра натрия; хлоргидрин и соляная кислота давали разряды фиолетового цвета.

4. Наличие воды является крайне существенным, если не обязательным для возникновения разрядов. Одна соль (NaCl), насыпанная на дно пробирки, разрядов не образовывала. Безводные хлоргидрин и дихлорэтан пока не испытаны.

5. Необходимым для начала искрообразования условием является парообразование, а следовательно предварительный подогрев раствора. Самый разряд возникает главным образом между паровым облаком и смоченной раствором стеклянной поверхностью.

6. Химическая природа растворенного вещества имеет решающее значение для образования разрядов. Одни вещества их образуют, другие нет. Возможно, однако, что и те вещества, которые не образуют разрядов в одних условиях, будут их образовывать в других (например при высшей частоте поля или большем его напряжении).

7. Во многих случаях явление образования разрядов сопровождается значительным химическим изменением системы, например, гидролиз этиленхлоргидрина на 85%, дихлорэтана на 40% (за 15 минут экспозиции); выделение иода раствором иодистого натра. Этот большой химический эффект, однако, не следует приписывать вторичному разрушительному действию образующихся разрядов, как это видно из ряда опытов с этиленхлоргидрином, когда к его раствору предварительно был прибавлен метил-оранж и после экспозиции и интенсивных разрядов этот последний оставался неразрушенным, несмотря на значительный гидролиз хлоргидрина (один метил-оранж разрядов не дает). Был поставлен также опыт с раствором этилацетата (который сам по себе разрядов не дает) с прибавкой к нему хлористого натра; в последнем случае образовывались интенсивные разряды, однако, после экспозиции никакого разрушения этилацетата, его гидролиза, не наблюдалось.*

Поступило
10 VI 1934.

PHYSIKALISCHE CHEMIE

ÜBER DAS VERHALTEN VON EINIGEN WÄSSERIGEN LÖSUNGEN IN EINEM HOCHFREQUENTEN ELEKTRISCHEN FELDE

Von. P. ZIMAKOV

(*Vorgelegt von A. Frumkin, Mitglied der Akademie, d. 10. VI. 1934*)

Die im folgenden beschriebene Erscheinung wurde bei Untersuchung der chemischen Wirkung von Ultraschallwellen beobachtet. Die Ultraschallwellen wurden durch einen zwischen zwei Metallelektroden

* В проведении экспериментальной части этой работы участвовал В. В. Путилов.

schwingenden Quarzkristall erzeugt, der durch ein elektromagnetisches Feld angeregt war, dessen Frequenz 50—100 Kilohertz betrug. Die Spannung wurde zwischen 2 und 10 kV variiert. Es wurde folgende Erscheinung beobachtet: Von der zu untersuchenden wässrigen Lösung, z. B. einer 10%-igen Lösung von Aethylenchlorhydrin, wurde 1 cm^3 in ein Reagensglas mit flachem Boden eingefüllt und (in den uns hier interessierenden Fällen) direkt auf die metallische Elektrode des Quarzplättchens aufgestellt, das sich in Mineralöl befand. Nach dem Einschalten des elektromagnetischen Feldes erwärmte sich die Lösung im Reagensglas und bald konnte man Wasserdamf über der Lösung bemerken. Nun traten an der Innenwand des Reagensglases, ein wenig oberhalb der Oberfläche der Lösung, farbig leuchtende Funken auf, deren Grösse schnell zunahm und die bald an der Innenwand des Reagensglases einen leuchtenden Gürtel bildeten. Nach 5—10 Minuten waren die Entladungen sehr intensiv und bildeten dichte leuchtende Wolken, die sich am Reagensglas entlang bewegten. In manchen Fallen setzte am Ende der Exposition (nach 15 Min.) von der Elektrode am Quarzkristall zur Grundfläche der Lösung eine kontinuierliche elektrische Entladung ein.

Die nähere Untersuchung dieser Erscheinung führte den Verfasser zu folgenden Schlüssen:

1. Die Bildung einer sichtbaren elektrischen Entladung (Funken) wird nur durch die elektromagnetischen Schwingungen bewirkt; die Ultraschallwellen spielen hierbei keine Rolle. Die Erscheinung konnte nämlich bei vollständiger Abwesenheit von Ultraschallwellen auf einer Metallelektrode (ohne Quarz) reproduziert werden, die an einem Stativ befestigt war und sich in der Luft befand.

2. Die Frequenz und die Spannung des elektromagnetischen Feldes ist von entscheidender Bedeutung für die Entladungserscheinung. Allerdings wurde dies bisher nicht näher studiert.

3. Die Farbe der Entladungen hängt stark von der Zusammensetzung des gelösten Stoffes ab. Na-Salze zeigten z. B. charakteristisch gelb gefärbte, Aethylenchlorhydrin und Salzsäure violette Entladungen.

4. Die Anwesenheit von Wasser ist für das Auftreten von Entladungserscheinungen notwendig.

5. Die Entladungen setzen erst ein, wenn die Lösung bis zur merklichen Dampfbildung (70—90° C) vorgewärmt ist. Die Entladung (Funken) entsteht zwischen der Wasserdampfwolke und der mit der Lösung benetzten Glaswand des Reagensglases.

6. Die chemische Natur der gelösten Substanz ist von entscheidendem Einfluss auf das Zustandekommen der Entladung. $Cl_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot OH$, $Cl \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot Cl$, $CH_3 \cdot COONa$, NaJ, NaCl, NH_4CNS und $Al_2(SO_4)_3$ zeigten deutliche Entladungen, während mit H_2O, $CH_3 \cdot COOH \cdot CH_3 \cdot COO \cdot C_2H_5$ und KJ unter unseren Versuchsbedingungen keine Entladungen auftraten; Salzsäure zeigte nur dann intensive Entladungen, wenn die Frequenz des Feldes etwa 950 Kilohertz war.

7. In den meisten Fällen zeigten die Lösungen nach den Entladungen weitgehende chemische Veränderungen. So war z. B. nach einer Exposition von 15 Minuten die 10%-ige Aethylenchlorhydrin-Lösung zu 75% und das Zwei-Phasen-System Wasser-Dichloräthan zu 40% hydrolysiert; die NaJ-Lösung wurde infolge der Bildung von Jod braun.

Eingegangen
d. 10. VI. 1934.

БИОГЕОХИМИЯ

А. П. ВИНОГРАДОВ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВАНАДИЯ В ОРГАНИЗМАХ

(*Представлено академиком В. И. Вернадским 27 VI 1934*)

Содержание V в некоторых нефтях, асфальтах и др. подобных битумах с одной стороны, а с другой отдельные указания на нахождение V в некоторых организмах естественно вызвало предположения о связи этих двух явлений.

Однако наши сведения о нахождении V в организмах весьма ограниченны. Ниже мы приводим некоторые новые данные по этому поводу, имея в виду позже вернуться ко всему вопросу в целом.

Настоящая статья является лишь кратким изложением результатов, полученных в указанном направлении (1).

В золе наземных растений V качественно (обычно спектроскопически) был обнаружен Bechi в 1879 г., затем Ricchiardi в 1883 г., Lippmann в 1888 г., Demarçay в 1900 г., Griffiths в 1900 г., Sullivan в 1933 г. Нами было найдено в ряде растений V порядка 10^{-4}—10^{-5} % на живой вес (2). Те же количества Ter-Meulen (1931 г.) находил в *Amanita muscaria*. В морских водорослях спектроскопически он был найден Cornec в 1919 г. Нами обнаружен был в *Rhodymenia palmata*, *Laminaria saccharina*, *Lam. digitata* (из Кольского залива). Newell и McCollum (1931 г.) спектроскопически находили его в водорослях (келпе).

Что касается наземных животных, то непосредственных определений V неизвестно Но, например, он постоянно находился в молоке коров (Wright и Papish, 1929 г., Zbinden, 1931 г., Blumberg и Rask, 1933 г.).

В морских животных V найден (спектроскопически) Newell и McCollum в золе краба, некоторых морских рыб.

Из приведенных примеров видно, что V обычно находится в растениях и животных около *n.* 10^{-5} % на живое вещество. Заметим что обычным химическим путем открыть V в многочисленных беспозвоночных нам не удавалось, что тоже указывает на низкое содержание V в большинстве организмов.

Исключительным примером концентрации V является содержание его в некоторых асцидиях (*Tunicata*) и повидимому более редко в некоторых видах *Holothuria* (*Echinodermata*). Высокое содержание V в *Ascidiae* (именно в форменных элементах крови) было обнаружено Henze в 1911—1913 гг. Затем качественно он был показан в ряде видов *Ascidiae* другими — Hecht в 1918 г., Azéma и Pied в 1930 г. Первые количественные определения V в асцидиях были сделаны нами [1930—1932 гг. (1)], а затем Cantacuzène и Tchekirian (1932 г.).

Исследованные нами до настоящего времени виды *Ascidiae* принадлежат к 10 семействам, главным образом и Кольского залива.

Содержание V колеблется от вида к виду от $4 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-1}$ % V в золе.

Все известные данные по нахождению V в *Ascidia* сведены в табл. 2.

Намечается известная дифференциация в содержании V различными асцидиями: В 1) выделяются роды *Ascidiae* с высоким содержанием V — это прежде всего виды из сем. *Ascidiidae*. Очевидно содержание V в них связано со всей их организацией (напр. с кровеносной системой

Таблица 1

Содержание ванадия в асцидиях из Кольского залива (Баренцова моря)

	Название вида, семейства, подотряда	В золе		В живом веществе	
		V %	V_2O_5 %	V %	V_2O_5 %
Phlebobranchiata	1. сем. *Ascidiidae. Ascidia obliqua* (L)	0.4638	0.828	0.0302	0 0539
	2. „ „ *Ascidiella aspersa* (Müll.)	0.103	0.184	0.005	0.0088
	3. сем. *Cionidae. Ciona intestinalis* (L.)	0.0397	0.071	0.0013	0.0026
	4. сем. *Rhodosomatidae. Chelyosoma macleayanum* (Brod. a. Son.)	Присутствует			
Stolidobranchiata	5. сем. *Botryllidae. Botrylloides Schlösseri* f. *aureus* (Sars.)	0.119	0.2129	0.0092	0.0162
	6. сем. *Tethyidae. Pyura (Tethyum) pyriforme*	Не найдено			
	7. „ „ *Microcosmus glacialis* (Sars.)	Не найдено			
	8. сем. *Styelidae. Styela rustica* (L.)	Не найдено			
	9. „ „ *Styelopsis grossularia* (Bened.)	0.130	0.2213	0.0068	0.012
	10. сем. *Molgulidae. Eugyra adriatica* *	Не найдено			
Aplausobranchiata	11. сем. *Polycitoridae. Polycitor vitreus* (Sars.)	0.044	0.0785	0.0035	0.0062
	12. сем. *Didemnidae. Didemnum albidum* (Verr.)	Не найдено			
	13. сем. *Synoicidae. Amaroucium mutabile* (Sars.)	Не найдено			

Таблица 2

Содержание ванадия в различных асцидиях из различных морей

	Название вида, семейства, подотряда	V % в золе	Авторы	Местообитания
Phlebobranchiata	1. сем. *Ascidiidae. Ascidia mamillata*	Много (в кров. пигм. до 18.5 % V_2O_5)	Henze	Бореальная
	2. „ „ *Ascidia mentula*	0.982	Henze; Azéma et Pied; Cantacuzène et Tchekirian	„
	3. „ „ *Ascidia fumigata*	(1.6)**	То же	„
	4. „ „ *Ascidia obliqua*	0.4638	А. П. Виноградов	„
	5. „ „ *Ascidia atra*	Присутствует	Hecht	
	6. „ „ *Ascidiella aspersa*	0.103	А. П. Виноградов	„
	„ „ *Ascidiella aspersa*	0.2775	Cantacuzène et Tchekirian	„

* Из Черного моря.
** В % нерастворимой части золы.

(*Продолжение*)

	Название вида, семейства, подотряда	V % в золе	Авторы	Местообитания
Phlebobranchiata	7. сем. *Cionidae. Ciona intestinalis*	1.540	Henze; Cantacuzène et Tchekirian	Космополит
	» » *Ciona intestinatis*	0.04	А. П. Виноградов	»
	8. сем. *Rhodosomatidae. Chelyosoma macleayanum*	Присутствует	» »	Арктическая
	9. сем. *Diozonidae. Diozona violaceae*	Присутствует	Henze	Бореальная
Stolidobranchiata	10. сем. *Botryllidae. Botrylloides* Schl. f. *aureus**	0.1193	А. П. Виноградов	»
	» » *Botrylloides* Sch. f. *jaune* .	0.0931	Cantacuzène et Tchekirian	»
	» » *Botrylloides* Schl. f. *Smaragdus*. . . .	0.0365	Azéma et Pied; Cantacuzène et Tchekirian	»
	» » *Botrylloides* Schl f. *rubr*. .	Присутствует	Azéma et Pied	»
	11. сем. *Tethyidae. Pyura pirijorme*	Не найдено	А. П. Виноградов	Арктическая
	12. » » *Microcosmus glacialis* . . .	» »	» »	Субарктическая
	13. сем. *Styelidae. Styela rusticum.*	Не найдено	А. П. Виноградов	Арктическая
	14. » » *Styelopsis grossularia*	0.0231	Cantacuzène et Tchekirian	Бореальная
	» » *Styelopsis grossularia*	0 106	А. П. Виноградов	»
	15. сем. *Molgulidae. Eugyra adriatica*	Не найдено	» »	Средиземноморская
Aplausobranchiata	16. сем. *Polycitoridae. Polycitor vitreus*	0.044	» »	
	17. сем *Didemnidae. Didemnum albidum*	Не найдено	» »	Арктическая
	18. сем. *Synoicidae. Parascidia elegans*	»	Cantacuzène et Tchekirian	Бореальные
	19. сем. *Synoicidae. Sidnyum turbinatum*	»	То же	»
	20. сем. *Synoicidae. Morchellium argus*	»	»	»
	12. сем. *Synoicidae. Amaroucium mutabile*	»	А. П. Виноградов	Арктическая

и т. п.) и является их особенностью, видовым (resp. родовым) признаком. В 2) — ряд видов *Ascidia* (родов, семейств?) V не содержат (не концентрируют). Помимо *Ascidiidae* например *Cionidae* из того же подотряда богаты V. Среди *Stolidobranchiata* крупные формы как *Pyura*, *Styela* и др. не содержат V, мелкие же колониальные *Botryllidae* его концентрируют. Из *Aplausobranchiata* пока что V обнаружен у *Polycitor vitreus.*

Таким образом в каждом подотряде имеются роды (а среди них особенно некоторые виды) богатые V.

Распределение V в *Ascidiae* повторяет подобное же правило распределения и многих других реже встречаемых химических элементов в организмах — например J, Br, Mn, Al и т. д. ([3]).

* Форма, встречающаяся в арктических водах.

Виды *Ascidiae* из теплых вод — бореальных и субтропических областей моря — как правило богаче V, чем виды типично арктические, например, *Didemnum albidum*, *Amaroucium mutabile* и др.

Среди тепловодных форм известны *Ascidiae*, не содержащие V.

Помимо *Ascidiae* концентрация V была найдена в одном виде *Holothuria* (*Echinodermata*) Phillips'ом в 1919 г. — в *Stichopus Moebii* (0.123% V в сухом веществе).

Мы не могли найти V в ряде других голотурий — *Cucumaria frondosa*, *Molpadia affinis* и др. В нашем распоряжении, например, был другой вид *Stichopus* из Японского моря — *Stichopus japonicus*. В трех образцах сбора 1906 г., 1926 г.* и в виде так называемого трепанга — V мог быть обнаружен лишь спектроскопически. Очевидно концентрация ванадия голотуриями более редкое явление, чем концентрация V асцидиями.

Однако факт нахождения V (в больших количествах) только у представителей двух различных классов *Invertebrata*, а именно у *Tunicata* (*Ascidia*) и *Echinodermata* (*Holothuria*) заставляет к нему присмотреться. *Tunicata* относят к *Chordata*, располагая их в систематическом отношении рядом с *Vertebrata*. Что же касается *Echinodermata* (*resp Holothuria*), то об их положении в эволюционной системе взгляды расходятся.

Одни исходят из представлений о близости *Echinodermata* к *Coelenterata*, другие генетически связывают их с *Chordata*, располагая рядом с *Tunicata*. Имея в виду характер распределения V в *Invertebrata* и концентрацию его лишь видами *Ascidia* и *Holothuria*, нам хотелось обратить внимание на этот признак, который по нашему мнению сближает *Ascidiae* (*Tunicata*) с *Holothuria* (*Echinodermata*).

Многие асцидии образуют на дне заливов и т. п. областей моря огромные скопления — биоценозы, покрывая сотни и тысячи квадратных метров дна, например, *Ascidia obliqua* в Кольском заливе, *Ascidiella aspersa* в Севастопольской бухте, — другие *Ascidiidae* в Кварнерском, Неаполитанском заливах, по побережью Франции и т. п.

Асцидии по мнению зоологов питаются планктоном (и падающим детритом). Между тем обнаружить V в воде моря не удается (в 200 л). В зоопланктоне из Баренцова моря (главным образом *Calanus finmarchicus*) V нами не был найден. Тогда как илы — например Кольского залива — содержат $1 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-2}$% V. Поэтому с известной осторожностью можно было бы высказать предположение о том, что источником V для асцидий является V морских илов.

Обратно, с отмиранием асцидий происходит местное обогащение илов V.

Далее можно допустить, что нефти и т. д. содержащие V, связаны происхождением с осадками морей определенной фации, в прошлом заселенных биоценозом ванадиевых организмов; нефти, не содержащие V, связаны с иными осадками.

Основные выводы

1. V широко распространен в малых количествах (10^{-4}—10^{-5}% V на живое вещество) в организмах. Концентрация V известна лишь в видах двух классов — *Tunicata* (*Ascidiae*) и *Echinodermata* (*Holothuriae*).

2. V в *Ascidiae* концентрируется в различной степени. Наибольшая концентрация отмечается у родов из семейства *Ascidiidae* (и др. из *Phlaebo-*

* Сохранялись в спирту.

branchiata), а затем и в других семействах, что очевидно связано со всей их организацией и является их признаком.

3. Виды *Ascidiae* из теплых вод, как правило, более богаты V, чем виды арктические. Однако известны и тепловодные формы не концентрирующие V.

4. Концентрация V представителями только двух классов *Tunicata* (*Ascidiae*) и *Echinodermata* (*Holothuriae*) является признаком сближающим оба указанных класса в смысле их систематического положения.

5. Источником V для *Ascidiae* может явиться морской ил, содержащий иногда $3 \cdot 10^{-2}$ % V. В свою очередь, в результате своеобразного обитания некоторых асцидий на дне морей в виде огромных биоценозов, после их отмирания создаются условия обогащения окружающих осадков (илов) V. Подобные осадки морей могут явиться источником V в некоторых нефтях и в их битумах.

Биогеохимическая лаборатория
Академии Наук и
Государственный океанографический
институт. Ленинград.

Поступило
27 VI 1934.

BIOGEOCHEMISTRY

DISTRIBUTION OF VANADIUM IN ORGANISMS

By A. VINOGRADOV

(*Communicated by V. Vernadskij, Member of the Academy, 27. VI. 1934*)

SUMMARY

The results of systematic investigations on the distribution of vanadium in organisms in connexion with the geochemistry of vanadium are here shortly described.

It turns out that vanadium is largely met with in small quantities of the order of about 10^{-5} % in relation to living matter in various terrestrial and marine animals and plants. An exceptionally high concentration of vanadium is to be found in *Ascidia* (*Tunicata*) (from $2 \cdot 10^{-2}$ to $1 \cdot 5$ %), in the ashes of these animals, and less often in some species of *Holothuria* (*Echinodermata*).

Most of the species of *Holothuria*, as well as numerous other *Invertebrata*, do not contain (more exactly do not concentrate) vanadium. The various *Ascidia* concentrate it to different degrees. The greatest concentration is shown by the species of the family *Ascidiidae*, then by the species of another family of the same suborder (*Phlaebobranchiata*) and also by other families of *Ascidia*, which is obviously connected with the whole organization of *Ascidia* and appears to be a character of these species.

As a rule, among the species of *Ascidia* from the warm seas (boreal, subtropical, and of other warm regions of the sea) there are more species which concentrate vanadium than among the typically arctic species, most of which do not contain vanadium (do not concentrate it). In view of the fact that vanadium occurs in large quantities only in the represen atives of two different types of *Invertebrata*, namely in *Ascidia* (*Tunicata*, the content of vanadium in other groups of *Appendicularia* and *Salpae* is not known at all) and in *Holothuria* (*Echinodermata*), one is justified in suggesting that this character — the concentration of vanadium — is the one which approxim-

ates these two types of organisms; so much the more since at present many zoologists on the basis of a morphological analysis have come to the conclusion that *Echinodermata* and *Chordata* are genetically connected, the former being thus placed next to *Tunicata* in the evolutionary system. It is doubtfull whether plankton is the source of vanadium for *Ascidia*; sea-water contains very small quantities of vanadium. It is more probable that the source of vanadium for *Ascidia* are marine muds, which contain $3 \cdot 10^{-2}$ % and more vanadium.

On the other hand, *Ascidia*, which form very specific biocenoses on the bottom of many gulfs and continental seas, after their death set up conditions for the local enrichment in V of the surrounding sediments. Therefore it may be supposed that oils and bitumen originating from oil containing vanadium, are connected with similar sediments of the sea, with certain facies of the bottom, formerly populated with biocenoses of organisms participating in this or any other concentration of vanadium. Oils which do not contain vanadium are in such cases obviously connected with other bottoms. We shall return to this question in our next paper.

Biogeochemical Laboratory
of the Academy of Sciences and
State Oceanographical Institute.
Leningrad.

Received
27. VI. 1934.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

[1] А. П. Виноградов. Труды Всес. научно-иссл. инст. морск. рыб и океанографии, Химич. сб., 1934 (в печати). [2] Idem. ДАН (А), 1930, стр. 465; ДАН (А), 1931, стр. 249; Труды Биогеохим. лаб. АН. вып. II, стр. 1, 1932. [3] Idem. Труды Биогеохим. лаб. АН, вып. III, 1934 (в печати).

БИОФИЗИКА

Академик П. ЛАЗАРЕВ, З. БУЛАНОВА и Л. КУПЕР

О ФЛЮКТУАЦИЯХ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ГЛАЗА ПРИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОМ ЗРЕНИИ

Лазаревым был указан метод отделения чувствительности центров от чувствительности периферии, основанный на анализе кривой адаптации. Этот анализ позволяет с одной стороны, определить E_0, представляющее величину пропорциональную чувствительности центров головного мозга, соответствующих периферическому зрению, и, с другой стороны, коэффициент α_3, представляющий собой коэффициент восстановления зрительного пурпура в головном мозгу. Эти два коэффициента ото дня ко дню изменяются и в настоящей работе мы выясним некоторые общие законы изменения этих коэффициентов. Опыты производились таким образом, что один и тот же наблюдатель исследовал кривую адаптации в одинаковых по возможности условиях, в одни и те же часы в последовательные дни. Изменения чувствительности, наблюдаемые изо дня в день мы назовем флюктуациями чувствительности. После обработки обычным способом кривой адаптации, значения для E_0 и α_3, наблюдаемые в определенные часы, сопоставлены в виде таблиц 1 и 2.

Таблица 1 — Table 1

Ноябрь 1929 г. (Буланова)
Novembre 1929 (Bulanova)

Дата (date)	5	6	7	9	10	11	12	13	14	17	18	19	20	23	24	
E_0	50	50	50	47	42	50	48	47	50	50	47	52	50	47	50	Среднее (moyen) 48.7
$10^3\alpha_3$	30	30	30	30	25	40	24	30	40	30	23	30	30	30	40	Среднее (moyen) 30.8

Таблица 2—Table 2

Апрель и Май 1930 г. (Купер)
Avril—Mai 1930 (Couper)

	Апрель Avril			Май Mai		
Дата (date)	21	23	27	28	4	
E_0	55	57	66	60	55	Среднее (moyen) 58.6
$10^3\alpha_3$	40	39	33	46	36	Среднее (moyen) 38.8

Рассматривая приведенные данные, мы, прежде всего, должны отметить, что флюктуации могут быть двух родов. В одних случаях максимумы и минимумы флюктуаций для α_3 и E_0 совпадают. Такой ход кривой флюктуации мы назовем параллельным ходом и на таблице первой приведены примеры такого хода. Возможен далее такой случай, что максимумы α_3 совпадают с минимумами E_0 и наоборот, как это представлено на таблице второй; такой ход изменений α_3 и E_0 мы назовем антипараллельным ходом. Наконец возможен такой случай, когда кривые для α_3 и E_0 никаких определенных закономерностей по отношению к другому не показывают. Параллельный и антипараллельный ход у одного и того же человека сменяются через несколько месяцев.

Мы можем теоретически объяснить такие явления, если мы допустим, что процессы, происходящие в центрах, характеризуемые величиной E_0 и процессы, происходящие на периферии, характеризуемые величиной α_3, являются периодическими ритмическими процессами, как это и надо ожидать для явлений в нервных клетках, протекающих с определенным ритмом, иногда нарушаемым, благодаря влиянию соседних центров.

Пусть $E_0 = A\ (1 + \sin\ nt)$ и $\alpha_3 = B\ (1 + \sin\ (nt + \mu t)$, где μ весьма малое число. Тогда при t близком к нулю μt близко к нулю и α_3 близко к $B\ (1 + \sin\ nt)$; мы имеем параллельный ход E_0 и α_3, при μt близком к π, α_3 близко к $B\ (1 - \sin\ nt)$; и мы имеем антипараллельный ход.

Интересно далее изучить периоды, когда параллельный ход заменяется антипараллельным, на большом промежутке времени в несколько лет и этому будет посвящена наша дальнейшая работа.

Отдел физиологии и патологии органов чувств
Всесоюзного института экспериментальной
медицины. Биофизическое отделение.
Москва.

Поступило
11 VII 1934.

BIOPHYSIQUE

SUR LES FLUCTUATIONS DE LA SENSIBILITÉ DE L'OEIL AU COURS DE LA VISION PÉRIPHÉRIQUE

Par. P. LAZAREV (LASAREFF), de l'Académie, Z. BULANOVA et L. COUPER

RÉSUMÉ

Les auteurs ont démontré que les maxima et minima des valeurs de la sensibilité des centres de la vision périphérique E_0 et celles du coefficient de la restitution du pourpre visuel α_3 coïncident (v. Table 1, p. 459), ou les maxima de E_0 montrent la coïncidence avec des minima de α_3 (v. Table 2), ou enfin E_0 et α_3 ne montrent aucune loi simple.

Ces faits peuvent être déduits de la supposition que E_0 et α_3 sont des fonctions périodiques, ayant des périodes presque identiques.

Institut de Médecine expérimentale.
Laboratoire de Biophysique.
Moscou.

Manuscrit reçu
le 11. VII. 1934.

БИОЛОГИЯ

Е. М. ПРУЖАНСКАЯ

СИМБИОЗ КАК РАСООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР У МИКРОБОВ

(*Представлено академиком Г. А. Надсоном 17 VII 1934*)

Высокая биологическая значимость проблемы наследственной изменчивости, как фактора эволюции микробов заставила многих исследователей стать на путь экспериментального получения наследственно закрепленных новых форм у микробов.

Свет на эту проблему проливают исследования академика Надсона и его учеников, которым удалось под влиянием рентгеновых лучей получить новые стойкие расы дрожжевых грибков.

В ту же сторону получения наследственно закрепленных, новых рас у бактерий были направлены и наши усилия. Для этой цели мы применили биологический фактор воздействия — фактор взаимного влияния микробов. Выяснение роли этого фактора на процесс образования новых рас казался нам особенно значимым потому, что симбиоз является основным естественным условием существования всех видов микроорганизмов и лишь искусственно в „чистой культуре" изолируется микроб от влияний ему сопутствующих.

Опыт ставился с четырьмя видами микробов *Bacillus mycoides*, *Bacterium pyocyaneum*, *Bacterium prateus vulgaris* и *Sarcina ureae*.

Ввиду яркой выраженности культуральных признаков у *Bacillus mycoides* и больших размеров самой палочки, реципиентом в опыте, для удобства наблюдения, и была культура этого микроба, выделенная из одной споры. Таким образом испытывалось влияние каждого из трех остальных микробов — (из участников опыта) на *Bacillus mycoides*.

Методика работы сводилась к следующему: В колбу со 100 см^3 мясопептонного бульона с реакцией среды pH — 7.8 засевалась культура *Bacillus mycoides* и в первых опытах сразу же, а в последующих через сутки, подсевалась петля культуры одного из симбионтов. Одна колба с чистой культурой *Bacillus mycoides* служила контролем. Из всех участвующих в опыте колб в течение полутора месяцев производились, вначале ежедневно, а потом через 2—3 дня, высевы на чашки Петри с мясопептонным агаром, с которых брались, для исследования, культурально отличные *Bacillus mycoides*. Методом частых пересевов на твердые и жидкие питательные среды, обычно мясопептонный агар и мясопептонный бульон, проверялась стойкость и наследственная закрепленность новых признаков вариантов. Морфология составляющих культуру палочек проверялась по мере их пересева. Велось наблюдение за споруляцией и подвижностью вариантов. Учитывалась их способность к аммонификации, как основной функции вида на пептонной воде, с подвешенной в пробирке лакмусовой бумажкой в качестве индикатора на выделяющийся аммиак. Констатировано расщепление исходной культуры *Bacillus mycoides* при культивировании ее с вышеназванными микроорганизмами и образование четырех видов вариантов, внешний вид колоний которых демонстрирует нижеприведенная фотограмма (фиг. 1). Она позволяет установить все виды перехода, с потерей корневидной ветвистости исходного штамма в гладкую и даже слегка складчатую форму колонии.

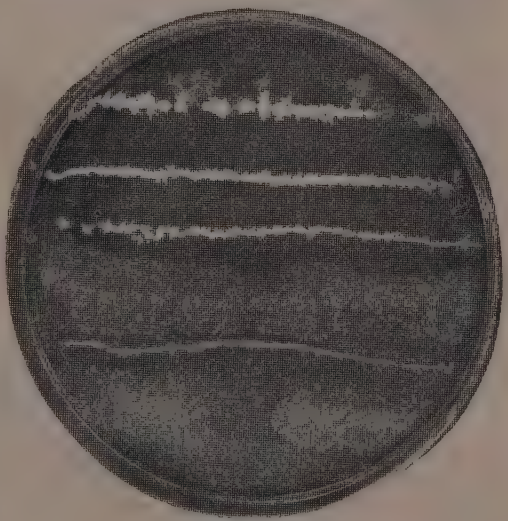
Морфолого-биологические особенности всех полученных вариантов отмечаются ниже приведенной таблицей.

Таблица морфологических и физиологических свойств вариантов *Bacillus mycoides*

Название вида	Форма колонии	Строение колонии	Форма и величина клеток	Подвижность	Время появления споруляции	Аммонификация (время посинения лакмусовой бумаги)
1. Исходная культура *Bacillus mycoides*	Типичная корневидно-ветвистая колония	Колония состоит из грубых тяжей	Длина 2—5 μ, клетки располагаются цепочками длиной до 15—20	Отсутствует	На 4 сутки	На 2 сутки
2. Вариант № 1	Сероватая шероховатая колония с пушистой ветвистостью по краям	Колония состоит из тонких тяжей, напоминая спутанные волосы (медузоид)	Длина 8—9 μ, часто встречаются нерасчлененные нити, тянущиеся по всему полю зрения	Отсутствует	На 2 сутки	На 3 сутки
3. Вариант № 2	Сероватая зернистая шагреневого вида колония с ровными краями	Колония состоит из более тонких тяжей чем предыдущая, в общем повторяет ее строение	Длина 5—7 μ, клетки располагаются цепочками и нитями	Встречаются подвижные формы	На 2 сутки	На 3 сутки
4. Вариант № 3	Гладкие мелко зернистые колонии с расплывающимися впоследствии краями	Волокнисто-зернистое строение	Истонченные и уменьшенные в размерах палочки 2—3 μ	Сильно подвижн.	На 15—20 сутки	На 3 сутки
5. Вариант № 4	Гладкая, слегка складчатая по краям колония буроватого цвета	Зернистое строение	То же	Сильно подвижн.	На 20—30 сутки	На 2 сутки

Фиг. 1. — Fig. 1.

Полученные варианты биологически характеризуются: первые два ускоренным циклом развития, остальные два запоздалой споруляцией. Последний из них повышенной способностью к аммонификации. Подвижность клеток является ярко выраженной особенностью трех последних вариантов *Bacillus mycoides* в отличие от исходной культуры.



Фиг. 2. — Fig. 2.

Естественно было ожидать, что в природных условиях должны встречаться формы *Bacillus mycoides* аналогичные полученным нами. Для того чтобы решить этот вопрос мы обратились к изучению состава микрофлоры почв.

В почве Ленинградской области и Заволжья мы постоянно встречали формы *Bacillus mycoides* весьма сходные по своим морфолого-биологическим свойствам с нашими первыми двумя вариантами. Очевидно расщепление и расообразование, аналогичные тому, которые мы наблюдали в искусственных условиях, проходят и в почве в естественной обстановке. Формы, обладающие ускоренным развитием, дающим им мощное преимущество в борьбе за существование подхваты-

ваются и закрепляются естественным отбором. Отметим что, все полученные нами варианты сохраняли стойко приобретенные свойства при многочисленных пересевов на мясопептонном агаре в течение двух лет.

Для выяснения механизма взаимного воздействия микробов, вызвавшего расщепление исходной культуры мы обратились к изучению влияния растворимых продуктов обмена в культурной среде. Нам удалось выяснить, что характерное поджимание ветвистости, вплоть до полного ее исчезновения, этот основной внешний опознавательный признак ново-образованных форм, приобретается исходной культурой *Bacillus mycoides* под влиянием растворимых продуктов обмена симбионта.

Приводимая фотография (фиг. 2) показывает, как при совместном культивировании *Bacillus mycoides* с *Bacterium proteus* на чашке Петри штрих *Bacillus mycoides* становится гуще и приобретает ветвистость по мере отдаления от штрихов *Bacterium proteus*.

Изучая эффект действия фильтратов суточной бульонной культуры *Bacterium proteus vulgaris* на клетку *Bacillus mycoides* мы старались проверить справедливость утверждения некоторых авторов (Эстерли и Шталь), что репродуктивными клетками способными к новообразованию являются раздутые клетки *Bacillus mycoides* с крупной зернистостью принимаемой ими за гонидии. По утверждению этих авторов новая форма *Bacillus mycoides* является производным клетки с новым типом размножения. Нам удалось наблюдать в висячей капле с прибавлением фильтрата *Bacterium proteus* у клеток *Bacillus mycoides* образование спустя несколько часов культивирования нежной протоплазматической зернистости. Зернистость постепенно увеличивалась, собиралась в глыбки, клетка увеличивалась в размерах и, наполненная зернышками, становилась часто похожей на стрептококка.

Затем оболочка клетки распадалась, зернышки выходили наружу и затем растворялись. Никогда нам не удавалось наблюдать прорастания этих кокковидных включений, даже при переносе их в оптимальные условия. Таким образом, в отличие от Эстерли и Шталя, мы никак не можем считать такие формы репродуктивными, а затем более расообразующими.

Микробиологическая лаборатория
Академии Наук. Ленинград.

Поступило
17 VII 1934

BIOLOGIE

LA SYMBIOSE COMME FACTEUR GÉNÉTIQUE DE RACES CHEZ LES MICROBES

Par. E. PRUŽANSKAJA

(*Présenté par G. Nadson, Membre de l'Académie, le 17. VII. 1934*)

La grande importance biologique du problème des modifications héréditaires, comme facteur de l'évolution des microbes a forcé de nombreux investigateurs à choisir la voie expérimentale, afin d'obtenir les nouvelles formes héréditaires stables chez les microbes.

Les recherches de l'académicien Nadson et de ses disciples éclaircissent ce problème par l'obtention au moyen de rayons X de nouvelles races stables de champignons de levure.

Nos efforts ont été dirigés vers le même but, notamment vers l'obtention de nouvelles races de bactéries d'une fixité héréditaire. A cet effet nous avons adopté un facteur biologique réactif—le facteur de l'influence mutuelle des microbes.

L'éclaircissement du rôle de ce facteur dans le processus de formations de races nouvelles, nous semblait avoir de l'importance, puisque la symbiose stipule l'existence même de toutes les espèces de microorganismes dans les conditions naturelles et le microbe peut être isolé de ses influences inhérentes seulement par voie artificielle dans une „culture pure".

L'essai était éffectué avec quatre espèces de microbes: *Bacillus mycoides*, *Bacterium pyocyaneum*, *Bacterium proteus vulgaris* et *Sarcina ureae*. En conséquence d'une manifestation évidente de symptômes culturels chez *Bacillus mycoides* et les dimensions considérables du bâtonnet, on adopta comme récepteur dans l'essai la culture de ce même microbe, partant d'une spores. C'est ainsi qu'on parvint à observer l'influence de chacun de ces trois microbes sur *Bacillus mycoides*.

La méthode du travail fut la suivante: on ensemençait la culture de *Bacillus mycoides* dans une fiole contenant 100 cm^3 de bouillon-peptone de boeuf en présence de la réaction du milieu pH — 7.8, en additionnant l'ensemencement d'un des symbiontes dans les premiers essais dès le début et après 24 heures dans les essais subséquents. L'une des fioles contenant une culture pure de *Bacillus mycoides* servait de contrôle. De toutes les fioles de l'essai on effectuait, au début quotidiennement et ensuite tous les deux-trois jours durant $1^1/_2$ mois, des ensemencements de germes en boîtes de Pétri sur un bouillon-gélose de boeuf, d'où l'on prenait pour investigations les différentes races culturales de *Bacillus mycoides*. La vérification de la stabilité et de la fixité héréditaire de nouveaux symptômes s'effectuait par la méthode de fréquents ensemencements sur des milieux liquides et solides, ordinairement sur le bouillon-peptone de boeuf ou gélose de boeuf. La morphologie de bâtonnets, constituant la culture était verifiée à mesure de l'ensemencement. On observait également la sporulation et la mobilité des variantes. L'estimation de leur aptitude d'ammonification, comme fonction fondamentale de l'espèce s'effectuait sur une eau peptone, au moyen d'un morceau de papier tournesol, suspendu à l'eprouvette, servant d'indicateur du dégagement de l'ammoniaque.

Une dissociation de la culture originelle de *Bacillus mycoides* fut signalée lors de sa cultivation avec les microorganismes prénommés, ainsi que la formation de quatre espèces de variantes. L'extérieur de ces colonies est démontré par le photogramme ci-dessous exposé. Il contribue à établir toutes les étapes de transition, notamment la perte de la ramification radicoïde de la forme originelle et démontre la forme unie légérement plissée de la colonie. Les propriétés morpho-biologiques de toutes les variantes obtenues sont exposées dans le tableau ci-joint.

Les deux premières variantes sont biologiquement caractérisées par un cycle de développement accéléré, les deux autres par une sporulation retardée. La dernière de ces deux possède une aptitude d'ammonification plus élevée. La mobilité des cellules est une particularité très exprimée dans les trois dernières variantes de *Bacillus mycoides*, contrairement à la culture originelle.

On devrait s'attendre de trouver dans les conditions naturelles des formes de *Bacillus mycoides* analogues aux obtenues. Dans le but de résoudre ce problème nous avons entrepris l'étude de la composition de la microflore des sols.

Tableau des propriétés morphologiques et physiologiques des variantes de *Bacillus mycoides*

Nom de l'espèce	Forme de la colonie	Structure de la colonie	Forme et dimensions des cellules	Mobilité	Indication du temps d'apparition de la sporulation	Ammonification, indication du temps de bleuissage du tournesol
1. Culture originelle de *Bacillus mycoides*	Colonie typique radicoïde ramifiée	La colonie consiste de fibres grossiers	Longueur 2—5μ, les cellules sont disposées en chaînettes, d'une longueur de 15—20 μ	Absente	Au 4-e jour	Au 2-e jour
2. Variante № 1	Colonie rugueuse et grisâtre, ramification lanièger aux bords	La colonie consiste de fibres fins, ressemble à des cheveux emmêlés	Longueur 8—9μ, on observe souvent des fils enchevêtrés, couvrant tout le champ du microscope	Absente	Au 2-e jour	Au 3-e jour
3. Variante № 2	Colonie grisâtre, granuleuse, ayant l'aspect d'une peau de chagrin avec des bord unis	La colonie consiste de fibres plus fins que la précédente et répète sa structure	Longueur 5—7μ, les cellules sont disposées en chaînettes et en fils	On observe des formes mobiles	Au 2-e jour	Au 3-e jour
4. Variante № 3	Colonies unies d'une granulation fine, aux bords déliquescents	Structure fibro-granuleuse	Bâtonnets moindres et plus fins — 2—3μ	Très mobiles	Au 15—20-e jour	Au 3-e jour
5. Variante № 4	Colonie unie, brunâtre légèrement plissée, aux bords	Structure granuleuse	De même	Très mobiles	Au 20—30-e jour	Au 2-e jour

Nous trouvâmes constamment dans les sols de la région de Leningrad et dans ceux au delà du Volga des formes de *Bacillus mycoides* très semblables par leur propriétés morpho-biologiques à nos deux variantes. Il est évident que la dissociation et la formation de races analogues aux observées dans les conditions artificielles, se produisent également dans le sol. Les formes ayant un développement accéléré possèdent une grande prééminence dans leur lutte d'existence, — elles sont fixées dans le cours de la sélection naturelle. Toutes nos variantes conservaient fermement les propriétés acquises lors de leurs nombreux ensemencements pendant deux années sur gélose peptone.

Dans le but d'éclaircir le mécanisme de la réaction mutuelle des microbes provoquant une dissociation de la culture originelle, nous avons entrepris l'étude de l'influence des produits d'échange solubles dans le milieu cultural. Nous sommes parvenus à signaler que le repliement caractéristique de la ramification, jusqu'à sa disparition complète, étant un indice extérieur spécial de formes nouvelles, est acquis par la culture originelle de *Bacillus mycoides* sous l'influence de produits d'échange solubles du symbiose.

La photographie (fig. 2) démontre que pendant une culture jointe de *Bacillus mycoides* et de *Bacterium proteus* en boîtes de Pétri, les stries de *Bacillus mycoides* deviennent plus denses et acquièrent une ramification à mesure que s'effectue l'éloignement des stries de *Bacterium proteus*.

En analysant l'effet de l'action des filtrats d'une culture sur bouillon de *Bacterium proteus vulgaris*, d'une durée de 24 heures sur les cellules de *Bacillus mycoides* nous tâchions de vérifier la justesse d'assertions de certains auteurs (Aesterli-Stahl) que les cellules gonflées de *Bacillus mycoides* sont reproductives et aptes au genèse de formes nouvelles et qu'elles possèdent une grosse granulation, considérée comme gonidies par ces auteurs. Ils affirment que la nouvelle forme de *Bacillus mycoides* est un dérivé de la cellule possédant un type génétique nouveau. Nous sommes parvenus à observer dans une goutte en suspension avec addition du filtrat de *Bacterium proteus*, la formation d'une délicate granulation plasmatique dans les cellules de *Bacillus mycoides* après une durée de quelques heures de culture. Cette granulation augmentait graduellement en dimensions, s'amassant en petits blocs, la cellule grandissait et se remplissait de petits grains, devenant souvent semblable à un streptocoque.

La membrane de la cellule disparaissait ensuite et les grains délivrés subissaient une liquéfaction. Nous ne sommes jamais parvenus à observer la germination de ces formations cocciformes, même en les transplantant dans des conditions d'un milieu optime. Ainsi, contrairement à Aesterli et Stahl nous ne pouvons nullement considérer ces formes comme reproductives et d'autant plus comme génératrices de races.

Laboratoire de Microbiologie de l'Académie des Sciences. Leningrad.

Manuscrit reçu le 17. VII. 1934.

Н. И. ОРЛОВСКИЙ

О РОЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ СВЕКЛЫ В СВЯЗИ С ВОПРОСАМИ СЕЛЕКЦИИ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 27 VII 1934*)

Материалы, положенные в основу настоящего сообщения, являются результатом многолетней работы, главным образом, 1927—1932 гг., проведенной при Сельскохозяйственном институте и Всесоюзном институте сахарной промышленности в Киеве. Задачей данной работы являлось изучение сопряженностей некоторых биологических признаков с утилитарными свойствами различных 19 сортов кормовой и, главным образом, сахарной свеклы различных направлений (E, N и ZZ). Отличительной особенностью данного исследования является то, что учет соответствующих признаков (количество листьев, величина ассимиляционной поверхности, величина листовых пластинок и длина черешков) проводился нами в течение всей вегетации, а не однократно в течение лета, как до сих пор это производилось большинством других исследователей на свекле. Таким образом наши исследования проведены, так сказать, в динамическом, а не в статическом разрезе, что, по нашему мнению, является важным обстоятельством и к тому же дало нам возможность вскрыть некоторые причины значительных разногласий, имевших место в литературе в отношении, например, положительной или отрицательной связи между листовой массой с одной стороны и урожайностью или сахаристостью с другой, а также и в отношении других подобных корреляций. Основные выводы настоящей работы сводятся к следующему:

Доминирующий до последнего времени в селекционной практике свеклы так называемый прямой метод отбора, базирующийся, главным образом, на учете лишь двух признаков: веса корня и сахаристости в существующем ныне виде не является вполне удовлетворительным и безупречным. Так как в частности вес корня является признаком чрезвычайно варьирующим под влиянием разнообразных внешних условий и отбор по этому признаку является нередко „ошибочным", попадая на случайные ненаследственные модификации, то поэтому для большей уверенности в отборе на повышение продуктивности кроме признака веса корня, по нашему мнению, необходимо включить и другие биологические признаки, тесно связанные коррелятивно с ним и по возможности обладающие меньшей индивидуальной изменчивостью. По нашим данным для этой цели в первую очередь следует использовать показатели количества листьев и их общую площадь в начальных стадиях вегетации. Основанием к этому, в частности, могут послужить следующие наши данные:

1) Коэффициент корреляции между весом корня (при копке) и количеством листьев в начале вегетации $= +0.45 \pm 0.10$
2) Коэффициент корреляции между весом корня (при копке) и количеством листьев в конце вегетации $= +0.18 \pm 0.18$
3) Коэффициент корреляции между весом корня (при копке) и ассимиляционной поверхностью в начале вегетации . . . . . $= +0.70 \pm 0.15$
4) Коэффициент корреляции между весом корня (при копке) и ассимиляционной поверхностью в конце вегетации . . . . . $= +0.19 \pm 0.29$

Подобная зависимость, отмеченная на сортах, подтверждается также и в границах сорта на отдельных экземплярах.

Установленная нами большая сопряженность первоначального развития свекловичного растения с его окончательной продуктивностью по нашему мнению может быть использована в селекционной практике для целей предварительной частичной браковки материала в поле, что в значительной степени может разгрузить дальнейшие полевые и лабораторные работы в осенние особенно напряженные периоды селекционных исследований.

Произведенный нами отбор родоначальников из сорта „Харьков" в 1927 г. с учетом признаков большей олиственности, как показали испытания полученных от них репродукций №№ 34, 47 и 40 в 1931 г. в сравнении с лучшими маточными сортами наших селекционных станций, практически подтверждает обоснованность наших утверждений.

Сравнение потомств, отобранных с учетом ассимиляционной поверхности на первых стадиях развития, с лучшими маточными сортами (1931 г.)

Название сорта	Листовая поверхность 16 VI в см²	Количество листьев	Вес корня в г 23 IX	% сахара	Урожай сахара
№ 34	200 ± 19.6	8.4 ± 0.22	427 ± 21	18.46 ± 0.19	78.82
№ 47	252 ± 17.3	8.4 ± 0.22	420 ± 20	18.13 ± 0.18	76.15
№ 40	290 ± 24.6	8.7 ± 0.19	410 ± 20	18.26 ± 0.20	74.85
„Харьков"	169 ± 14.7	8.3 ± 0.12	361 ± 22	18.30 ± 0.19	66.06
„Уладовка" . . .	159 ± 10.1	8.0 ± 0.14	346 ± 17	17.90 ± 0.20	61.93
„Рамонь"	155 ± 6.0	8.0 ± 0.13	347 ± 21	17.65 ± 0.19	61.25

Кстати отметим, что крупность листовых пластинок и длина черешков первого десятка листьев так же в значительной степени по нашим данным связана с конечной урожайностью корня.

Кроме того, анализ значительного количества материалов, полученных нами, заставляет нас притти еще к одному важному выводу, заключающемуся в том, что относительно большая обеспеченность ассимиляционной поверхности более урожайных сортов (или экземпляров в границах сорта) на первых фазах развития является одной из преобладающих причин обусловливающих их больший вес корня. Наоборот относительно большая обеспеченность листовой поверхности во вторую половину вегетации — в период усиленного сахаронакопления (август—сентябрь) у сортов и экземпляров сахаристого направления, при наличии у них меньшего размера корня, т. е. вместилища для отложения сахара — обусловливает их более высокую сахаристость.

В проведении настоящей работы кроме автора принимали участие также научный сотрудник Л. В. Уманская, а также техники А. А. Войтовская, Л. Г. Фомичева и А. Т. Клименко.

Киевский сельскохозяйственный институт
и Всесоюзный институт сахарной промышленности.
Киев.

Поступило
27 VII 1934.

---

* Свекла ведь растение двулетнее.

ÜBER DIE ROLLE BIOLOGISCHER ERFORSCHUNG DER RÜBENSORTEN IM ZUSAMMENHANGE MIT DEN SELEKTIONSPROBLEMEN

Von N. ORLOVSKIJ

(*Vorgelegt von A Richter, Mitglied der Akademie, d. 27. VII. 1934*)

Die Materialien, die dem vorliegenden Berichte zugrunde liegen, sind das Resultat langjahriger Arbeit, hauptsächlich der Jahre 1927—1932, welche an dem Landwirtschaftlichen Institut und dem Institut der Zuckerindustrie für d. UdSSR in Kiew durchgeführt worden ist.

Die Aufgabe der gegebenen Arbeit war, die Korrelation einiger biologischer Merkmale mit den utilitarischen Eigenschaften 19 verschiedener Sorten von Futter- und hauptsächlich Zuckerrüben verschiedener Richtungen (E. N und ZZ) zu erforschen. Die Eigentumlichkeit der vorliegenden Untersuchung besteht darin, dass die Einschätzung der entsprechenden Merkmale (Blätterzahl, Grösse der Assimilierungsfläche, Grösse der Blattspreiten und Länge der Stielchen) während der ganzen Vegetationszeit und nicht nur einmalig im Laufe des Sommers, wie es bis dato von den meisten anderen Forschern an der Zuckerrübe gemacht worden ist, von uns ausgeführt wurde. Somit sind unsere Untersuchungen, sozusagen, in dynamischem, nicht aber in statischem Profil durchgeführt worden, was unserer Meinung nach als wichtiger Umstand gelten dürfte und uns zudem die Möglichkeit gab, einige Ursachen bedeutender Meinungsverschiedenheiten aufzudecken, die in der Literatur zu Tage getreten sind z. B. hinsichtlich des positiven oder negativen Zusammenhangs zwischen der Blättermasse einerseits, und dem Ertrag oder Zuckergehalt andererseits, und ebenso hinsichtlich anderer ähnlicher Korrelationen. Die Hauptschlussfolgerungen vorliegender Arbeit können, wie folgt, zusammengefasst werden.

Die bis zur letzten Zeit in der Selektionspraxis der Rübe vorherrschende sogenannte direkte Auslesemethode, die hauptsächlich auf der Berechnung von nur zwei Merkmalen basiert: des Wurzelgewichts und des Zuckergehalts, ist nach der nunmehr herrschenden Ansicht nicht ganz befriedigend und vorurteilsfrei. Das Gewicht der Wurzel stellt im einzelnen ein Merkmal dar, welches unter dem Einfluss verschiedener äusserer Umstände ausserordentlich variiert; auch ist die Auslese nach diesem Merkmal, wenn sie auf zufällige nicht erbliche Modifikationen stösst, nicht selten fehlerhaft. Darum müssen unserer Meinung nach der grösseren Sicherheit wegen in der Auslese zur Erhöhung der Produktivität, ausser dem Merkmal des Wurzelgewichts, auch andere biologische Merkmale, die eng in Korrelation mit ihm verbunden sind und nach Möglichkeit eine geringere individuelle Veränderlichkeit aufweisen, mit in Betracht gezogen werden. Unseren Angaben gemäss müssen zu diesem Zwecke in erster Reihe die Indexe der Blättermenge und ihre totale Fläche im Anfangsstadium der Vegetation ausgenutzt werden. Als Grundlage hierzu können übrigens folgende unserer Befunde dienen:

1) Der Korrelationskoeffizient zwischen dem Gewicht der Wurzel (beim Ausgraben) und der Blätterzahl am Anfang der Vegetation . . . . . $= +0.45 \pm 0.10$
2) Der Korrelationskoeffizient zwischen dem Gewicht der Wurzel (beim Ausgraben) und der Blätterzahl am Ende der Vegetation . . . . . $= -0.18 \pm 0.18$

3) Der Korrelationskoeffizient zwischen dem Gewicht der Wurzel (beim Ausgraben) und der Assimilierungsfläche am Anfang der Vegetation . . . . . $= +0.70 \pm 0.15$

4) Der Korrelationskoeffizient zwischen dem Gewicht der Wurzel (beim Ausgraben) und der Assimilierungs-Oberfläche am Ende der Vegetation . . . . . $= +0.19 \pm 0.29$

Solch eine Abhängigkeit, die an Sorten vermerkt wurde, wird auch in den Grenzen einer Sorte an einzelnen Exemplaren bestätigt. Der von uns festgestellte wichtige Zusammenhang der Anfangsentwicklung der Rübenpflanze mit ihrer endgültigen Produktivität kann unserer Meinung nach in der Selektionspraxis zu Zwecken einer vorhergehenden teilweisen Aussortierung des Materials im Felde ausgenutzt werden, was in bedeutendem Masse die weiteren Feld- und Laboratoriumsarbeiten in den besonders angestrengten Herbstperioden der Selektionsuntersuchungen entlasten kann. Die von uns im Jahre 1927 vorgenommene Auslese der Stammrüben aus der Sorte „Charkow" mit der Berechnung der Merkmale der grösseren Beblätterung bestätigt, wie die Untersuchungen der von denselben im Jahre 1931* erhaltenen Reproduktionen NN 34, 47 u. 40 im Vergleich zu den besten Muttersorten unserer Selektionsstationen gezeigt haben, praktisch die Begründung unserer Behauptungen.

Vergleich der Nachkommenschaften, die der Berechnung der Assimilierungsoberfläche in den ersten Entwicklungsstadien ausgelesen worden sind, mit den besten Muttersorten (1931)

Benennung d. Sorte	Blattoberfläche cm^2 16. VI	Blätterzahl	Wurzelgewicht in g 23. IX	Zucker %	Zuckerertrag in g
№ 34	280 ± 19.6	8.4 ± 0.22	427 ± 21	18.46 ± 0.19	78.82
№ 47	252 ± 17.3	8.4 ± 0.22	420 ± 20	18.13 ± 0.18	76.15
№ 40	290 ± 24.6	8.7 ± 0.19	410 ± 20	18.26 ± 0.20	74 85
„Charkow" . . .	169 ± 14.7	8.3 ± 0.12	361 ± 22	18 30 ± 0.19	66.06
„Uladowka" . . .	159 ± 10.1	8.0 ± 0.14	346 ± 17	17.90 ± 0.20	61.93
„Ramon"	155 ± 6.0	8.0 ± 0.13	347 ± 21	17.65 ± 0.19	61.25

Beiläufig wollen wir bemerken, dass die Grösse der Blattspreiten und die Länge der Stiele der ersten zehn Blätter nach unseren Angaben ebenso in einem bedeutenden Masse mit dem endgültigen Wurzelertrage verknüpft sind.

Ausserdem bringt uns die Analyse einer bedeutenden Anzahl von Materialien, die wir erhalten haben, zu einer ferneren wichtigen Schlussfolgerung, die darin besteht, dass eine verhältnismässig grössere Sicherstellung der Assimilierungsoberfläche ertragreicherer Sorten (oder einzelner Exemplare in den Grenzen der Sorte) in den ersten Entwicklungsphasen als eine der überwiegenden Ursachen erscheint, die ihr grösseres Wurzelgewicht bedingen. Und umgekehrt — eine verhältnismassig grössere Sicherstellung der Blattoberfläche in der zweiten Hälfte der Vegetation — der Periode einer verstärkten Zuckeransammlung (August-September) bedingt bei Sorten und Exemplaren der Zuckerrichtung bei einer geringeren Grösse ihrer Wurzel, d. h. des Magazins für die Zuckerablagerung, einen höheren Zuckergehalt derselben.

An der Durchführung vorliegender Arbeit nahmen Teil, ausser dem Verfasser, der wissenschaftliche Mitarbeiter L. Umanskaja, sowie die Techniker A. Voitovskaja, L. Fomitčova und A. Klimenko.

Eingegangen
d. 17. VII. 1734.

* Die Rübe ist eine zweijährige Pflanze

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. В. ЦЕРЛИНГ и А. Р. ЧЕПИКОВА

О РОЛИ ВАРЬИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ФАКТОРОВ ЯРОВИЗАЦИИ

(*Представлено академиком А. А. Рихтером 10 VII 1934*)

Возможность управления развитием растения имеет чрезвычайно высокое теоретическое и народнохозяйственное значение. Впервые указания на такого рода возможность управления растением были даны больше чем 40 лет назад Клебсом, однако широкая научная разработка их и внедрение в практику начались только в последнее время, после того как Т. Д. Лысенко предложил разработанный им метод яровизации.

На базе принципиальных положений Лысенко в 1933 г. в Агрохимической лаборатории Всесоюзного института кормов одним из авторов (Церлинг) был заложен вегетационный опыт с комплексом факторов для нескольких многолетних кормовых трав, причем для различных объектов дозировка факторов изменялась в зависимости от степени многолетности растения. В опыте участвовали: лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*), тимофеевка (*Phleum pratense*) и два красных клевера (*Trifolium pratense*) — одно- и двуукосные. В комплекс факторов входили: температура за весь период яровизации, влажность семян в период набухания (первые сутки) и длительность периода яровизации. Наблюдения и учет урожая проведены А. Р. Чепиковой.

Все изучаемые растения показали значительное ускорение развития, причем чем более многолетним являлось растение, тем резче эффект от яровизации; например, у лисохвоста и клевера одноукосного растения контрольных сосудов (не яровизированных) не бутонизировали и не цвели в первый год жизни, тогда как яровизированные не только все цвели, но и дали различное число султанов и головок в зависимости от изменения факторов яровизации. Два других опытных растения — клевер двуукосный и тимофеевка тоже дали не только ускорение развития, но и увеличение числа головок и султанов по сравнению с контролем, растения которого, в отличие от первых двух, бутонизировали и колосились, но не цвели.

Указанные результаты представлены в табл. 1.

Следует отметить, что воздействие комплекса факторов, обусловивших процессы яровизации в растении, вызвало не только ускорение развития и увеличения числа репродуктивных органов (головок, султанов), но и усиление прироста вегетативных органов, что сказалось в повышении величины общей массы урожая (см. табл. 1). Отмеченное явление еще раз опровергает встречающееся в литературе утверждение, что генеративное и вегетативное развитие являются противоположно-направленными процессами.

Следующим моментом, получившим отражение в экспериментальном материале, является различная значимость факторов в развитии растений. В опыте испытывались варианты температуры, влажности семян в первые сутки (процесс набухания) и различное число дней яровизации. В табл. 2 приведены изменения длины части вегетационного периода в днях от посева до цветения под влиянием отдельных факторов яровизации.

Прежде всего следует отметить, что приведенные данные указывают на различную значимость факторов яровизации для отдельных растений; так, для лисохвоста лугового доминирующим фактором является длитель-

Таблица 1 — Table 1

Различия в развитии и урожае растений, вызванные приемами яровизации
Differences in growth and yield of plants under the influence of yarovization treatment

Варианты опыта		Клевер 2-укосный Double-cut clover				Тимофеевка Timothy				Лисохвост Meadow foxtail				Клевер 1-укосный Single-cut clover			
		Число дней Number of days				Число дней Number of days				Число дней Number of days				Число дней Number of days			
		До бутониз. Till budding	До цвет. Till flowering	Число головок Heads	Общий урож. Total yield	До колош. Till earing	До цвет. Till flowering	Число султан. Panicles	Общий урож. Total yield	До колош. Till earing	До цвет. Till flowering	Число султан. Panicles	Общий урож. Total yield	До колош. Till earing	До цвет. Till flowering	Число головок Heads	Общий урож. Total yield
1. Контроль сухой* 1. Control dry*	M	90	—	3	6.24	72	85	19	20.11	Колош. цветения не было		0	11.80	Бут. цв. не было Budding and flowering were not attained		0	4.18
	± m	—	—	—	±0.46	—	—	—	0.04	Earing flowering were not attained		—	±0.40			—	±0.24
2. Контроль влажный* 2. Control moist*	M	—	—	—	—	70	83	23	20.97	не было		—	13.04			0	4.42
	± m	—	—	—	—	—	—	—	0.83	were not attained		—	±0.04			—	±0.47
3. Яровизированный 3. Yarovized	M	74.8	84.8	11.25	11.68	58.5	72.5	34	26.45	56	60.5	25.5	16.66	85	92.5	10	13.30
	± m	±0.48	±10.7	±1.17	±4.38	±1.5	±1.5	±1.0	±0.59	±1.00	±0.5	±4.5	±0.25	±1.0	±2.5	±1.0	—

* „Контроль сухой" — посев в сосуды сухими семенами, „контроль влажный" — посев семенами, набухшими после суточного намачивания. — 'Control dry' — sowing pry seeds in the pots; 'Control moist' — sowing seeds swollen after 24 hours of imbibition.

ность воздействия, изменение же остальных факторов почти не отражается на длине вегетационного периода. Такое же сильное действие числа дней периода яровизации выявлено на клевере двуукосном, но, в отличие от лисохвоста, повышение температуры яровизационного периода вызывает некоторое укорочение вегетационного периода; изменение влажности семян в период набухания не сказалось на темпе развития растений. На длину вегетационного периода и клевера одноукосного влияют все три фактора яровизации: цветение запаздывает при повышении температуры с +3° до +8° в период яровизации на 3—4 дня и с увеличением влажности семян — на 7—8 дней; удлинение же периода яровизации укорачивает вегетационный период на 2 дня.

Отмеченное различие в значимости факторов яровизации для различных растений указывает, что биологические особенности растения являются одним из решающих моментов отзывчивости растений на варьирование факторов яровизации, а следовательно и на все дальнейшее развитие растения. Второе положение, отмечаемое приводимым экспериментальным материалом, заключается в том, что чаще длительность периода яровизации является доминирующим фактором, определяющим темп развития и с постепенным изменением этого фактора постепенно нарастают различия и в темпе развития растений. Это указывает, что яровизация является процессом, имеющим протяженность во времени, и что все изменения в растении, связанные с этим процессом, вызывают по мере своего накопления изменения в темпе развития. Не менее интересным представляется изучение влияния тех же факторов на число репродуктивных органов у растений (головок у клеверов и султанов у злаков). В отличие от влияния факторов яровизации на длину вегетационного периода, в данном случае, значимость отдельных факторов для различных растений почти одинакова, т. е. для всех растений доминирующий фактор один и тот же. С только что разобранным показателем яровизации (длиною вегетационного периода) общим является то: что чаще доминирующий фактор есть длительность периода яровизации, для числа репродуктивных органов — почти в абсолютном большинстве случаев, а на длине вегетационного периода — несколько реже (см. табл. 2).

В табл. 2 со всей очевидностью выявлено бо́льшее изменение числа головок (султанов) под влиянием удлинения срока яровизации (вертикальное направление в табл.), чем под влиянием температуры яровизации или первоначальной влажности семян (горизонтальные ряды таблицы).

Обычно при изучении вопросов физиологии развития базируются на темпе развития растения. Мы считаем не менее важным изучать, помимо темпа развития, интенсивность развития, понимая под этим количество образовавшихся органов за каждую стадию. Таким образом, сюда входят, как отдельные составные части: энергия кущения, листообразования, колошения и т. д. Изучение интесивности развития представляет, помимо теоретического, большой практический интерес, так как урожай есть в большой степени функции интесивности развития чем темпа развития.

Приведенные данные показывают, во-первых, что на интенсивности развития биологические особенности растений сказываются менее сильно, чем на темпе развития. Во-вторых, что продолжительность процессов яровизации является одним из основных моментов, обусловливающих образование того или иного количества репродуктивных органов, а следовательно, и величины урожая семян.

Всесоюзный институт кормов.
Москва.

Поступило
10 VII 1934.

Таблица 2—Table 2

Влияние различных факторов яровизации на длину вегетационного периода (число дней от посева до цветения) и на количество головок (султанов) у растений

Influence of the different factors of yarovization on the length of the vegetative period (number of days from day of sowing till day of flowering) and on the number of heads (panicles) on the plant

СРОКИ ЯРОВИЗАЦИИ		Вариант t° I Variant t° I				Вар. t° II Var. t° II				Опытное растение
		Варианты влажности Variants of moistness								
		I		II		I		II		
		Вегет. период Veget. period	Число головок Number of heads	Вегет. период Veget. period	Число головок Number of heads	Вегет. период Veget. period	Число головок Number of heads	Вегет. период Veget. period	Число головок Number of heads	
	t° C	+ 3°				+ 8°				
	Вл. % moist	60%		100%		60%		100%		
Контроль . . . . Control		Цветения не было No flowering								Клевер красный одноукосный Red clover single-cut
I срок (20 дней) .	Абсол.	92	6	100	7	96	6	103	7	
I term (20 days)	Absol. in %	—	100	—	117	—	100	—	117	
II срок (40 дней) .	Абсол.	90	9	98	12	95	11	—	—	
II term (40 days)	Absol. in %	—	150	—	200	—	183	—	—	
	t° C	+ 5°				(+ 10°+12°)				
	Вл. % moist.	60%		100%		60%		100%		
Контроль . . . . Control		Цветения не было No flowering								Клевер красный двухукосный Red clover double-cut
I срок (5 дней) .	Абсол.	86	7	86	6	83	7	80	7	
I term (5 days)	Absol. in %	—	100	—	86	—	100	—	100	
II срок (10 дней) .	Абсол	85	13	88	8	83	11	83	13	
II term (10 days)	Absol. in %	—	186	—	114	—	159	—	186	
III срок (20 дней) .	Абсол.	—	4	Цветения не было	2	101	4	101	4	
III term (20 days)	Absol. in %	—	59		27	—	59	—	59	
	t° C	+ 3°				(+ 5° + 8°)				
	Вл. % moist.	100%		200%		100%		200%		
Контроль . . . . Control		Цветения не было No flowering								Лисохвост луговой Meadow foxtail
I срок (20 дней) .	Абсол.	70	4	70	7	70	3	71	2	
I term (20 days)	Absol. in %	—	100	—	175	—	75	—	50	
II срок (30 дней) .	Абсол.	63	17	64	9	67	6	66	11	
II term (30 days)	Absol. in %	—	425	—	225	—	150	—	275	
III срок (40 дней) .	Абсол.	60	30	61	21	66	11	62	18	
III term (40 days)	Absol. in %	—	750	—	525	—	275	—	450	

THE RESULTS OF VARYING THE INTENSITY OF THE FACTORS OF YAROVIZATION

By V. CERLING and A. ČEPIKOVA

(*Communicated by A. Richter, Member of the Academy, 10. VII. 1934*)

The possibility of controlling the growth of plants is of immense theoretical and practical importance. The first suggestions of such a possibility of controlling plants were made by Klebs over 40 years ago. Extensive scientific investigations of this problem as also its practical applications have, however, started only recently, after T. Lysenko advanced the method of yarovization developed by him.

In 1933 in the agro-chemical laboratory of the All-Union Institute of Fodder one of the authors (Cerling) on the basis of Lysenko's theoretical statements commenced a vegetative experiment on several perennial pasture plants influenced by a complex of factors, wherein the dosages of the factors varied for the different plants in dependence of their degree of perenniality. The following plants were chosen: meadow foxtail (*Alopecurus pratensis*), timothy (*Phleum pratense*) and two varieties of red clover (*Trifolium pratense*): single- and double-cut clovers. The complex of factors included the temperature for the whole period of yarovization, the moistness of the seeds during the period of imbibition (the first 24 hours) and the length of the period of yarovization. Observations and measurements of the yield were made by A. Čepikova.

All the plants studied showed a considerable acceleration of growth, and the more perennial was the plant the stronger was the effect of yarovization, so meadow foxtail and single-cut clover in the control pots (unyarovized) did not form buds and did not flower in their first year, whereas the yarovized specimens of these plants not only flowered but also produced a varying number of panicles and heads in response to modifications of the factors of yarovization. The two other experimental plants — double-cut clover and timothy not only showed an accelerated growth but also increased the number of heads and panicles as compared with the control plants, which budded and eared but did not flower.

These results are represented in Table 1 (p. 473).

It must be noted that the influence of the complex of factors causing the processes of yarovization in the plant, results not only in an acceleration of the growth and in an increase of the number of reproductive organs (heads and panicles) but also in an increase of the growth of the vegetative organs and therefore an increase in the total mass of the yield (see Table 1). This phenomenon once more disproves the statement met with in literature about the generative and vegetative growths being inversely directed processes.

The next point reflected in the experimental data is the different significance of the various factors for plant growth. During the experiment different variants of temperatures, moistness of the seeds in the first 24 hours (process of imbibition), and number of days of yarovizationn were tested. Table 2 shows the changes under the influence of the separate factors of yarovization in the length of the vegetative period from date of sowing till that of flowering.

The above data show the significance of the factors of yarovization with respect to different plants. So the dominant factor for meadow foxtail

is the time duration of the influence, while changes in the other factors hardly affect the length of the vegetative growth. The length of the period of yarovization has also a strong effect on double-cut clover but unlike foxtail a higher temperature during the period of yarovization somewhat shortens the length of the vegetative period; a change in the moistness of the seeds had no effect on the rate of growth of the plant. The length of the vegetative period of single-cut clover is affected by all the three factors of yarovization: flowering is retarded 3 – 4 days by increasing the temperature of the yarovization period from +3 to +8° C, and an increase of moistness of the seeds retards flowering 7—8 days. A lengthening of the yarovization period shortens the vegetative period by 2 days.

The above noted differences in the effects of the factors of yarovization on different plants indicates that the biological properties of the plants are one of the decisive elements in determining the response of the plants to variations of the factors of yarovization and consequently all the further development of the plant. The next point brought out by these experimental data is that in most cases the length of the yarovization period is the dominant factor determining the rate of growth and that with the gradual change of this factor the change in the rate of growth of the plant likewise gradually increases. This shows that the process of yarovization occupies a certain duration of time and that all the changes in the plant associated with this process effect corresponding changes in the rate of development. This point will be further discussed once more.

The study of the influence of these factors on the number of reproductive organs (the heads of clover and the panicles of cereals) is also of interest. In distinction from the effect of the factors of yarovization on the length of the vegetative period, the significance of the separate factors in this case for different plants is almost the same, i. e. the dominant factor is the same for all the plants. In common with the above discussed index of yarovization (length of the vegetative period) the duration of the yarovization period is the dominant factor in most cases: it is so for reproductive organs in the absolute majority of cases and somewhat rarer for the length of the vegetative period. Table 2 shows the greater change in the number of heads (panicles) under the influence of the lengthening of the term of yarovization (vertical direction in the Table) than under the influence of the temperature of yarovization or of the initial moistness of the seeds (horizontal rows in the Table).

Studies of the physiology of growth are usually based on the rate of growth of the plant. We consider that besides the rate of growth, it is as important to study the intensity of growth, which we understand as the number of organs produced in each stage. Thus it will consist of the following separate component parts: energy of tillering, leaf formation, earing, and so on. A study of intensity of growth is not only of theoretical interest but also of great practical interest, for the yield is in a greater degree a function of the intensity of growth than of the rate of growth.

These data show first of all that the biological properties of the plants have less effect on the intensity of growth than on the rate of growth. Secondly, the duration of the process of yarovization is one of the primary factors responsible for the formation of one or other number of reproductive organs and, consequently, for the yield.

All-Uniun Institute of Fodder.
Moscow.

Received
10. VII. 1934.

Е. А. ВЛАДИМИРОВА

СОДЕРЖАНИЕ АМИНОКИСЛОТ В РЕГЕНЕРИРУЮЩИХ КОНЕЧНОСТЯХ АКСОЛОТЛЕЙ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РЕГЕНЕРАЦИИ

(*Представлено академиком Н. В. Насоновым 21 VII 1934*)

Настоящая работа была выполнена с целью выяснения интенсивности белкового обмена при регенерации.

Объектом исследования служили регенерирующие конечности аксолотлей на следующих из принятых в нашей Лаборатории стадий: стадии заживления раны, бластемы, конуса, пластинки, 3 пальцев, сформированной кисти. Все животные были одного возраста. Операции производились без наркоза, срезанная кисть или регенерат обрабатывались жидким воздухом. Белки осаждались 5% трихлоруксусной кислотой. Аминокислоты определялись по методу Фолина. Обработано около 7.000 регенератов, поставлено 115 опытов. Получены следующие результаты: в нормальной ни разу не ампутированной конечности, срезанной строго по карпальному сочленению содержание аминокислот равно 31.2 мг % аминоазота. Сразу после ампутации наступает увеличение аминокислот в регенерирующих тканях, на 4—5-й день в стадии заживления раны оно равно 37.3 мг % аминоазота, в стадии бластемы (7—8-й день) — 39.1 мг %, в стадии конуса (15—17-й день) — 41.1 мг %, в стадии пластинки (21-й день) — 40.0 мг %, в стадии 3 пальцев (23—25 день) — 41.8 мг %, в стадии формирования кисти (60-й день) — 34.5 мг % и, наконец, в стадии хорошо сформированной кисти (75-й день после ампутации) количество аминокислот почти возвращается к норме—32.7 мг %.

Сопоставляя полученные данные, можно видеть определенную закономерность в ходе аминокислот в регенерирующих тканях: постепенное нарастание до стадии 3 пальцев и затем последующий возврат к норме. Накопление аминокислот совпадает со стадиями наибольшей интенсивности дифференцировки и роста тканей, по мере затихания процессов формирования регенерата количество аминокислот приближается к исходной величине. Факт накопления аминокислот может свидетельствовать нетолько об усиленном белковом обмене в регенерирующих тканях, но и о понижении окислительных процессов.

Окончательное разрешение вопроса можно получить только при непосредственном определении дыхательной способности регенерирующих тканей.

Лаборатория экспериментальной зоологии и морфологии животных Академии Наук. Ленинград.

Поступило 21 VII 1934.

GEHALT AN AMINOSÄUREN IN DEN REGENERIERENDEN EXTREMITÄTEN DES AXOLOTLS AUF VERSCHIEDENEN STUFEN DER REGENERATION

Von E. VLADIMIROVA

(*Vorgelegt von N. Nasonov, Mitglied der Akademie, d. 21. VII. 1934*)

Die Arbeit wurde ausgeführt, um die Frage nach der Intensität des Eiweissumsatzes bei der Regeneration zu klären.

Als Untersuchungsobject dienten die regenerierenden Extremitäten von Axolotlen in folgenden in unserem Laboratorium angenommenen Stadien: Stadium der Wundheilung, Blastemstadium, Stadium des Kegels, Stadium des Plättchens, Dreifingerstadium, Stadium der ausgebildeten Extremität. Alle Tiere standen in gleichem Alter. Die Operation wurde ohne Narkose ausgeführt, die Extremität oder das Regenerat, wenn abgeschnitten, mit flüssiger Luft bearbeitet. Die Eiweisse wurden mit 5%-iger Trichloressigsäure niedergeschlagen. Die Bestimmung der Aminosäuren erfolgte nach der Methode von Folin. Bearbeitet wurden etwa 7000 Regenerate, 115 Versuche wurden gemacht. Die Ergebnisse waren wie folgt: in der normalen, keinmal amputierten Extremität des Axolotls, die genau am Karpalgelenk abgeschnitten wurde, beträgt der Gehalt an Aminosäuren 31.2 mg % des Aminostickstoffs. Unmittelbar nach der Amputation erfolgt eine Zunahme der Aminosäuren in den regenerierenden Geweben. Am 4.—5. Tage, im Heilungsstadiumder Wunde beträgt der Gehalt an Aminosäuren 37.3 mg % des Aminostickstoffs, im Blastemstadium (7.—8. Tag) — 39.1 mg %, im Kegelstadium (15.—17. Tag) — 41.1 mg %, im Stadium des Plättchens (21. Tag) 40.0 mg %, im Dreifingerstadium (25. Tag) 41.8 mg %, im Ausbildungsstadium der Extremität (60. Tag) 34.5 mg % und schliesslich im Stadium der gut ausgebildeten Extremität (75. Tag nach der Amputation) kehrt die Menge der Aminosäuren beinahe zur Norm zurück—32.7mg %.

Wenn man die erhaltenen Befunde vergleicht, so sieht man eine bestimmte Gesetzmässigkeit in der Veränderung des Gehalts an Aminosäuren in den regenerierenden Geweben: ein allmähliches Anwachsen bis zum Dreifingerstadium und dann eine nachfolgende Rückkehr zur Norm. Die Ansammlung von Aminosäuren trifft zusammen mit den Stadien der grössten Intensität von Differenzierung und Wachstum der Gewebe; mit dem Rückgang der Formierungsprozesse des Regenerats kehrt die Menge der Aminosäuren zur Norm zurück. Die Tatsache einer Ansammlung von Aminosäuren kan ebensogut von einem gesteigerten Eiweissumsatz in den regenerierenden Geweben, wie auch von einer Abnahme der oxydierenden Prozesse zeugen.

Die endgültige Lösung der Frage kann nur bei der unmittelbaren Bestimmung der Atmungsfähigkeit der regenerierenden Gewebe erfolgen.

Laboratorium für experimentelle Zoologie und Morphologie der Tiere der Akademie der Wissenschaften Leningrad.

Eingegangen d. 21 VII. 1934.

Поправка. А. Марков, автор сообщения „Об изотопии компактных множеств в эвклидовых пространствах“, помещенного в ДАН, № 3, т. III, 1934 (стр. 137—139), просит поместить следующую поправку:

„В сообщении моем намечен мною ход доказательства теоремы о слабой изотопии гомеоморфных компактных множеств в эвклидовых пространствах достаточно высокой размерности. При подготовке к печати подробного доказательства, я обнаружил в этом сообщении ошибку. Она легко исправима и не влияет на правильность теоремы. Для того чтобы все было верным, надлежало бы лишь сделать следующие изменения в тексте сообщения.

1. После фразы „Пусть $\varphi \in \vartheta(h, E^m)$, $\varepsilon > 0$“ (страница 138, строка 19 сверху) вставить фразу „В силу топологичности отображения h и компактности множества A существует положительное число $\delta < \varepsilon$ такое, что неравенство $\rho(h(x'), h(x'')) < \delta$ влечет неравенство $\rho(x', x'') < \varepsilon$“.

2. Во всем последующем тексте заменить ε на δ.

Erreur à rectifier. A. Markov, l'auteur de la note intitulée „Un théorème sur l'isotopie des ensembles compacts dans les espaces Euclidiens“ (C. R. Acad. Sci. URSS, 1934, v. III, № 3, pp. 139—141) nous prie d'insérer la rectification suivante:

„Dans ma dernière note j'ai esquissé la démonstration du théorème sur l'isotopie faible des ensembles compacts homéomorphes dans les espaces Euclidiens à dimensions suffisamment élevées. En préparant pour l'impression la démonstration détaillée de ce théorème j'ai remarqué une erreur commise dans cette note. Heureusement cette erreur est facile à corriger et n'a pas d'influence sur la validité du théorème. Voici les modifications à faire dans le texte de la note, pour que tout soit exact.

1. Après la phrase „Soit $\varphi \in \vartheta(h, E^m)$, $\varepsilon > 0$“ (p. 140, ligne 9 du bas) intercaler la phrase „La transformation h étant topologique, il existe en vertu de la compacité de l'ensemble A un nombre positif $\delta < \varepsilon$, tel que l'inégalité $\rho(h(x'), h(x'')) < \delta$ entraîne l'inégalité $\rho(x', x'') < \varepsilon$“.

2. Remplacer ε par δ partout dans la suite du texte.